

dottoranda
CARMELA FRAJESE D'AMATO
tutor
prof. arch. **RICCARDO FLORIO**
cotutor
prof. ing. **ELENA MELE**

SPAZIO E STRUTTURA: IL DISEGNO DELLE TENSIONI

L'ARCHITETTURA DI KAZUYO SEJIMA E RYUE NISHIZAWA

STUDI DI NAPOLI FEDERICO II UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II** UNIVERSITÀ

AMBIENTE DOTTORATO DI RICERCA IN TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA E RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE DELL'ARCHITETTURA E DELL'AMBIENTE DOTTORATO

Il seguente lavoro di ricerca vuole rispondere, pur nella assunta consapevolezza dei limiti cognitivi che le questioni poste necessariamente impongono, ad alcuni interrogativi che riguardano il rapporto spazio - struttura in architettura: *“cosa vuol dire individuare ed occupare uno spazio”, “in che modo lo spazio può essere occupato da una struttura”*.

Sulla base di tali premesse è stato sviluppato un percorso di indagine che si è avvalso di apporti multidisciplinari, riferimenti architettonici del passato e del presente accuratamente scelti all'interno del panorama occidentale prima ed orientale poi, concentrando l'attenzione sulle opere di due architetti giapponesi, Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa, ed in particolare sull'edificio del *Rolex Learning Center* a Losanna, in Svizzera.

Ciò che viene definito *Disegno delle Tensioni* costituisce una chiave di lettura critico - interpretativa delle implicazioni *interne ed esterne* che un'architettura, con le sue specifiche connotazioni strutturali e spaziali, è in grado di generare.

La rappresentazione, momento di riflessione e conquista continue, diventa al contempo strumento di indagine, controllo e conoscenza della realtà.

dottoranda
CARMELA FRAJESE D'AMATO
tutor
prof. arch. **RICCARDO FLORIO**
cotutor
prof. ing. **ELENA MELE**

SPAZIO E STRUTTURA: IL DISEGNO DELLE TENSIONI

L'ARCHITETTURA DI KAZUYO SEJIMA E RYUE NISHIZAWA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II - DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

DOTTORATO DI RICERCA IN
TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA E RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE DELL'ARCHITETTURA E DELL'AMBIENTE

Università degli Studi di Napoli Federico II

Dottorato di Ricerca

in **Tecnologia dell'Architettura e Rilievo e Rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente**
ciclo XXVI

Coordinatore del Dottorato di Ricerca

Mario Losasso

Coordinatore dell'indirizzo in Rilievo e Rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente

Riccardo Florio

Collegio dei docenti

Paola Ascione

Erminia Attaianese

Laura Bellia

Mariangela Bellomo

Jean François Cabestan

Massimiliano Campi

Mara Capone

Raffaele Catuogno

Umberto Caturano

Alessandro Claudi de St. Mihiel

Claudio Claudi de St. Mihiel

Alberto Coppola

Valeria D'Ambrosio

Antonella di Luggo

Antonella Falotico

Riccardo Florio

Dora Francese

Mario Losasso

Francesco Maglioccola

Alessandra Pagliano

Antonio Passaro

Sergio Pone

Marina Rigillo

Sergio Russo Ermolli

Tutor

Riccardo Florio

Co-tutor

Elena Mele

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare le persone che mi hanno sostenuta e accompagnata in questo percorso di ricerca e in generale di crescita personale e professionale. Ringrazio innanzitutto il mio tutor, Riccardo, costante punto di riferimento per il mio lavoro e indispensabile figura all'interno della mia formazione, e i docenti del collegio, per i consigli e gli utili spunti di riflessione. Ringrazio vivamente la mia co-tutor, la professoressa Elena Mele, per la sua professionalità e la sua grande disponibilità, ed i suoi collaboratori, Gian Maria Montuori e Giuseppe Lucibello.

Ringrazio con affetto i miei colleghi, le persone con cui ho lavorato in questi anni, in modo particolare, Daniela, Teresa e Attilio, per il sostegno e l'incoraggiamento che mi hanno sempre dato. Grazie di cuore alla cara amica Filena e al prezioso amico Nando, ai quali sono legata da una profonda amicizia. Ringrazio Diego per aver fatto accrescere in me curiosità e desiderio di sapere.

Ringrazio i miei genitori e i miei fratelli. Un grazie speciale va a mia mamma, per la sua costante presenza, la forza e l'amore che mi ha sempre trasmesso, e al mio instancabile fratello, Tullio, per l'affetto, l'appoggio e l'aiuto continui.

Grazie infine a mio padre per la sua fede nella cultura e a mio fratello Fabio, esempio e dimostrazione di grande umanità e di successo.

A mia madre

Indice

Premessa	p. 11
PARTE PRIMA	
CAPITOLO PRIMO	
Più dello scheletro	
1.1 Considerazioni sul concetto di struttura	18
1.2 Spazio e Struttura	23
CAPITOLO SECONDO	
Il Disegno delle Tensioni	
2.1 Alcune definizioni di tensione	56
2.2 La tensione all'interno di un corpo	57
2.3 Disegno e conoscenza	69
2.4 La tensione tra oggetto e soggetto	73
PARTE SECONDA	
CAPITOLO TERZO	
L'architettura di Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa - SANAA	
3.1 Il concetto di spazio nell'architettura giapponese	90
3.2 Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa	
3.2.1 Biografia	108

3.2.2 L'utilizzo dello spazio ed il concetto di flessibilità/adattabilità	114
3.2.3 Rapporto interno - esterno	118
3.2.4 Struttura/Architettura	124
3.2.5 Architettura orizzontale	127

PARTE TERZA

CAPITOLO QUARTO

L'esperienza del Rolex Learning Center

4.1 Portfolio	140
4.2 Architettura e Paesaggio	152
4.3 Relazioni	157
4.4 Modellazione ed ottimizzazione della piastra ondulata - Mutsuro Sasaki ed il metodo dell'Analisi di Sensibilità	162
4.5 Il principio strutturale dell'arco	164
4.6 Analisi strutturale	
4.6.1 Premessa	170
4.6.2 Normativa di riferimento	172
4.6.3 Modellazione	172
4.6.4 Materiali	176
4.6.5 Analisi dei carichi	177
4.6.6 Risultati: Stress e Displacement	180
4.6.7 Rielaborazione grafica dei risultati	194

PARTE QUARTA

APPENDICE

Bibliografia	207
Fonti delle illustrazioni	215

Premessa

Obiettivo della ricerca è indagare il rapporto spazio-struttura in architettura, approfondendo in modo particolare l'aspetto delle tensioni, intese sia in termini prettamente strutturali, tensioni in quanto sollecitazioni interne che ogni struttura, in generale, ogni corpo produce, sia in termini più specificamente spaziali, ovvero, di relazioni che si possono stabilire tra l'architettura e le persone. Questi temi sono stati affrontati sia concettualmente, attraverso la lettura di appropriati riferimenti architettonici del passato e del presente appartenenti e al mondo occidentale e alla cultura orientale, individuandone le caratteristiche distintive, sia in modo applicativo, mediante la scelta di un caso studio ed utilizzando la rappresentazione quale strumento di indagine, controllo e conoscenza della realtà.

Lo scopo principale del nostro lavoro, di noi architetti, indipendentemente dal tipo di studio e di ricerca che intendiamo condurre e qualunque sia la chiave interpretativa impiegata per sviscerare le qualità di un organismo architettonico, è sempre quello di *comprendere l'architettura*, e comprendere il rapporto che lega la conformazione di uno spazio, caratterizzato da una determinata forma, ai suoi aspetti strutturali e fondativi, è questione secolare, che non può trovare risposte immediate o assolute. La realtà costituisce senza dubbio la fonte più diretta di esperienza e di conoscenza; contestualmente, il disegno, nella sua condizione di mezzo di esplorazione, nonché strumento di chiarificazione, si colloca come momento di riflessione e di conquista, di apprendimento continuato della realtà.

Seppur nella dichiarata impossibilità di rispondere completamente e compiutamente a taluni interrogativi, è importante porsi delle domande, *cosa*

vuol dire individuare ed occupare uno spazio’, nel tentativo di capire *‘in che modo una struttura può definire uno spazio*’, e *‘quali sono le implicazioni interne ed esterne che un’architettura è in grado di generare*’.

Le modalità di occupazione dello spazio sono svariate, perché legate alla storia, alla tecnologia, alle proprietà dei materiali da costruzione, alle esigenze estetiche e funzionali; tuttavia esse sono riconducibili a due grandi famiglie: spazio liberato dalla struttura (tempio romano), spazio scandito dalla struttura (tempio greco). Le architetture scelte come riferimenti di questa indagine teorico-concettuale, sebbene dotate di caratteristiche strutturali, spaziali, formali, culturali differenti, hanno in comune l’attenzione nei confronti del rapporto che la genesi e la realizzazione della struttura hanno con l’idea di spazio che esse vogliono trasmettere e far fruire alle persone che sono i destinatari dell’opera architettonica.

Quelle che abbiamo definito *implicazioni interne ed esterne* sono riferibili all’aspetto delle tensioni; quelle interne sono le forze, le sollecitazioni che si distribuiscono all’interno di ciascun corpo in maniera diversa in base al tipo di struttura e possono essere più o meno evidenti, esplicitate o non dagli stessi elementi strutturali, dunque, *in vista o latenti*. Lo studio del ‘fenomeno tensionale’ è interessante perché esso può fornire una previsione sul comportamento della struttura ed in tal modo indirizzare eventualmente le scelte progettuali.

Le implicazioni esterne, invece, si riferiscono alle possibili interazioni che un’architettura, con le sue specifiche connotazioni strutturali e spaziali, può instaurare con i suoi fruitori; si può parlare di tensioni guidate tra oggetto e soggetto, di relazioni di tipo percettivo – sensoriale che dipendono sia dall’oggetto che dal soggetto e dal modo in cui entrambi costruiscono l’intricato sistema delle interrelazioni.

Le questioni su esposte sono infine state sviscerate attraverso lo studio di un’architettura scelta come esempio interessante sia in termini di spazio, di struttura che di tensioni-relazioni.

L’edificio individuato è il *Rolex Learning Center*, opera dello studio giapponese *SANAA - Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa*, centro di apprendimento della Scuola Politecnica Federale (EPFL) di Losanna, in Svizzera. Inaugurato nel 2010, il Rolex Center nasce come un luogo in cui favorire la collaborazione tra ricercatori e studenti, un’architettura-parco che intende stabilire uno stretto rapporto con il contesto in cui si inserisce e capace di generare, *al suo interno e con l’esterno*, innumerevoli occasioni di comunicazione e di scambio. Due piastre ondulate e forate sovrapposte definiscono il grande open space in cui sono distribuite tutte le funzioni legate allo

studio ed alla ricerca, uno spazio interno continuo caratterizzato da una omogeneità che potremmo definire ‘miesiana’, interrotto soltanto dalle corti, di diversa forma e dimensione, le quali contribuiscono a rafforzare il sistema delle relazioni spaziali e visivo-percettive.

L'indagine condotta sul Rolex Center è stata preceduta da un'ampia lettura critico-interpretativa del pensiero e della produzione architettonica di Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa (vincitori nel 2010 del premio Pritzker), il cui approccio può essere sintetizzato nei seguenti punti: rapporto *spazio-architettura-utenti*, ovvero, il modo in cui lo spazio è utilizzato dalle persone; il *sistema delle relazioni* che l'architettura stabilisce tra *interno ed esterno* e, dunque, il rapporto con il contesto; la questione *spazio-struttura*, che si esplica attraverso differenti modalità compositive che non sono mai definite aprioristicamente, ma sono sempre il risultato di un processo progettuale che gli architetti stessi identificano come metodo o programma.

Dunque, abbiamo un campo di indagine (il rapporto spazio-struttura letto in chiave tensionale), un oggetto di studio (il Rolex Learning Center) ed un filo conduttore che è dato dal disegno, strumento e al tempo stesso terreno di ricerca continua.

PARTE PRIMA

CAPITOLO PRIMO

Più dello scheletro

*“Il concetto di struttura,
quando lo si trova fuor
dell’ambito architettonico,
si vede indirizzato a significare qualcosa
che non sta direttamente in vista
ma sostiene e informa
tutta l’opera o un fatto,
qualcosa di più dello scheletro
e qualcosa di meno
facilmente reperibile dello scheletro.”*

Cesare Brandi
Struttura e Architettura

1.1 Considerazioni sul concetto di struttura

Discipline differenti e diverse dall'architettura, tra cui le scienze naturali, la matematica, la medicina, la linguistica, hanno dato un grande contributo nella ricerca del significato del termine e del concetto di struttura, nonché della sua estensione d'uso. Nel linguaggio comune, quando parliamo di struttura in architettura ci si riferisce spesso alla parte resistente, la componente portante di un edificio, quella che garantisce stabilità ed equilibrio, sostenendo e trasferendo i carichi al suolo.

“Si tratta di una limitazione generalmente accettata, attribuibile probabilmente al desiderio di ravvisare nella struttura qualcosa di fondamentale e di saldo”¹; generalmente accettata, ma non completamente esaustiva. In realtà, studiando l'etimologia e la storia del termine struttura, si deduce che la sua concettualizzazione avviene molto tardi rispetto all'utilizzo dello stesso.

Come sappiamo, il più antico significato del termine struttura, voce dotta dal latino *struere*, che significa disporre a strati, ordinare, dunque, costruire, edificare, è originariamente legato alle costruzioni architettoniche, nello specifico alla muratura, all'aedificatio in senso tecnico; “latericia structura facta aedificia”², “extrema parietum structura”³ sono infatti espressioni piuttosto tecnicizzanti, che non mirano a definire ed approfondire un concetto.

Il senso primo di questo vocabolo si avvicina molto alla sfera fisico-costruttiva del fare architettura, che include un'attenzione verso i materiali di cui sono costituiti gli elementi architettonici e le tecniche di cantiere, nonché le modalità con cui le diverse componenti concorrono alla realizzazione di un manufatto. Nel Libro I del *De Architectura libri decem* (I sec. a.C.), Vitruvio parla di dispositio, spiegando che essa consiste nell’adatta messa in opera delle cose e l’elegante esecuzione dell’edificio nelle varie composizioni, dal punto di vista della qualità.”⁴

Dispositio è termine noto e diffuso in periodo romano anche in contesti diversi dall'architettura; Cesare Brandi, nel suo testo *Struttura e Architettura*, ci informa che il medico Aulo Cornelio Celso (I sec. a. C.) parlava di struttura in quanto disposizione delle ossa del corpo, e che lo studioso e filosofo Ambrogio Teodosio Macrobio (V sec. d. C.), invece, utilizzava il medesimo vocabolo facendo riferimento alla disposizione delle vesti. L'affermazione di A.C. Celso, seppur riferita alla medicina, all'anatomia in particolare, non è poi così lontana da alcune riflessioni che quasi duemila anni dopo filosofi, biologi, linguisti, hanno condotto riguardo al

significato del termine struttura, riflessioni che possono aiutare a chiarire il rapporto che esiste tra architettura e struttura, sia concettualmente che operativamente. Dire che la disposizione delle ossa del corpo, ovvero, che lo scheletro è sinonimo di struttura, vuol dire che le ossa, oltre a sorreggere il corpo (funzione di sostegno), sono “organizzate” in un certo modo; queste membra infatti devono garantire un corretto funzionamento della macchina umana. Le singole parti sono tra di loro solidali, *relazionate*, all’interno di un sistema; sotto la pelle, avvolte dalla massa muscolare, noi le vediamo, le percepiamo, le tocchiamo.

Cosa c’entra questo con l’architettura?

Ritornando alle connotazioni originarie del termine struttura, costruire, edificare, disporre, il suo significato ed utilizzo in architettura non subirà grandi modificazioni per secoli. Continuerà ad essere riferito alla componente tettonica, alle modalità costruttive, e ne sono dimostrazione testi e disegni redatti da architetti e costruttori del passato. Nel medioevo, ad esempio, testimonianze delle tecniche di cantiere, di misura e costruzione delle antiche cattedrali gotiche sono giunte fino a noi attraverso le trentatre tavole del taccuino di Villard de Honnecourt⁵, compilate con grande maestria intorno al 1235. Le tavole trattano di svariati argomenti: piante di cattedrali, coperture lignee, esempi di macchine, nonché le regole geometriche della costruzione. I disegni sono molto interessanti e, potremmo dire, didattici, in quanto mostrano in modo semplice e chiaro le problematiche legate alla realizzazione di un’opera architettonica; la priorità sembra essere l’aspetto tecnico-costruttivo.

Più avanti, in particolare in periodo rinascimentale, la visione prevalentemente antropocentrica condurrà alla definizione di organismo unitario; l’analogia con il corpo umano, in generale con il mondo della natura, ed il rispetto dei canoni di proporzione/bellezza, principi alla base dell’architettura classica greca e romana, vengono rivalutati e reinterpretati. Il ritrovamento del trattato vitruviano, il catechismo della Classicità nelle parole del Frampton, e il nuovo fervore culturale che prende come modello le regole dell’architettura classica, spostano l’interesse verso tematiche meno attinenti le caratteristiche tettoniche.

La componente estetica, o per meglio dire, legata alla bellezza intesa in termini di armonia della composizione, prevale sugli aspetti più specificamente costruttivi e fattivi. Leon Battista Alberti, a proposito del modo di eseguire una costruzione, parla di “(...) struttura compatta e,

nei limiti del possibile, integra e unitaria”⁶, chiarendo che “Si dirà integro e unitario quel complesso che non contenga parti scisse o separate dalle altre o fuori del loro posto (...). Bisogna quindi ricercare, nella struttura, quali siano le parti fondamentali, quale il loro ordinamento, quali le linee di cui si compongono.”⁷

Alla disposizione, considerata nell’accezione della messa in opera da un lato (disporre a strati) e di un sistema di relazioni dall’altro (struttura come insieme di parti tra loro relazionate), considerazione quest’ultima non ancora in luce ma deducibile a posteriori, si affiancano i principi dell’ordinamento e della proporzione, che non sono affatto concetti nuovi ma ritrovati e rielaborati con grande fervore in tutta l’architettura rinascimentale.

Sarà poi durante i secoli successivi, permeati dalla razionalità dell’approccio illuministico, che l’accento, in questo momento riposto sulle tematiche per così dire estetiche, verrà rivolto alle questioni inerenti la stabilità e l’utilità della costruzione. Ne sono testimonianza i numerosi trattati editi a partire dalla metà del XVIII secolo, e la coeva fondazione di scuole ed accademie, tra cui l’Ecole des Pontes et Chaussées, la prima scuola di ingegneria istituita a Parigi nel 1747, e l’Ecole Polytechnique, fondata nel 1795. Nel 1792 Bernard Forest de Bélidor pubblica il primo manuale di tecnologia delle costruzioni, *La science des Ingénieurs*, mentre al 1802 risalgono il *Traité théorique et pratique de l’art de bâtir* di Jean Baptiste Rondelet ed il *Précis des leçons d’architecture* di Jean Louis Durand, insegnante all’Ecole Polytechnique; testi questi destinati ad essere guida per la pratica architettonica, con una propensione, diremmo oggi, verso le problematiche più specificamente ingegneristiche.

Questa preminente inclinazione verso le esigenze pratico-costruttive e gli aspetti utilitaristici e funzionali dell’architettura, che invade i secoli XVIII e XIX, incontra una visione più ampia e completa nella figura di Quatremère de Quincy, con il quale si verifica il raggiungimento, in campo architettonico, di una formulazione del termine struttura più pertinente e interna alla costruzione. Nel suo *Dizionario storico di architettura*, edizione italiana di Mantova del 1842, si legge:

“Questo vocabolo, formato dal latino structura è, quantunque preso ordinariamente in un significato più nobile, un sinonimo di costruzione. Esso esprime la maniera con cui un edificio è costruito: e differisce da costruzione nel senso che, quest’ultimo termine, si applica generalmente a quella parte dell’architettura che comprende tutto ciò che vi ha in quest’arte

di materiale, di meccanico, di scientifico, e alla qualità dei materiali o del loro impiego in un fabbricato; struttura, per lo contrario, termine più elevato, e per così dire del linguaggio poetico, in questo genere, abbraccia i rapporti esterni dell'arte che si manifesta agli occhi per l'arditezza delle masse, la bellezza delle forme, la proporzione degli ordini e la maestria dell'esecuzione.”⁸

Contrariamente alle precedenti parzializzazioni, riscontriamo in questa affermazione la compenetrazione di diversi aspetti tra di loro relazionati: la disposizione, l'adatta messa in opera dell'edificio, la proporzione, la bellezza, nonché la componente materica, massiva e compositiva.

Quasi contestualmente, sotto l'influenza di Spencer⁹ e Morgan¹⁰, il termine struttura viene sempre più utilizzato dalle scienze sociali e, con de Saussure¹¹, il vocabolo entra nell'area della linguistica, per poi passare in campo filosofico¹².

Le ricerche compiute nell'ambito della linguistica tra la fine del XIX secolo e la metà del Novecento hanno infatti dato ampio spazio alla concettualizzazione del termine struttura, basandosi principalmente sull'idea che la lingua, nella sua doppia articolazione, in monemi (unità dotate di significato ma non coincidenti con le singole parole) e fonemi (unità minime dotate di caratteristiche sonore distintive), costituisca un sistema chiaramente strutturato. Il linguista svizzero Ferdinand de Saussure, padre dello strutturalismo e primo ad introdurre la nozione di sistema in ambito linguistico, intende infatti il linguaggio come un “sistema retto da una coesione interna, e tale da poter essere comparato con altri fenomeni diversi tra loro e riconducibili allo stesso sistema di relazioni”¹³.

Il danese Hjelmslev, rappresentante anch'egli dello strutturalismo europeo, si riferisce alla struttura spiegando che essa “serve a designare, in opposizione a una semplice opposizione di elementi, un tutto formato di fenomeni solidali, tale che ciascuno dipenda dagli altri e non possa essere quello che è se non in virtù della sua relazione con gli altri, e nella sua relazione con essi, cioè, un'entità autonoma di dipendenze interne”¹⁴.

Una definizione più asciutta ed onnicomprensiva la fornisce Maurice Merleau-Ponty, considerato uno dei maggiori esponenti della filosofia francese contemporanea nonché erede della fenomenologia di Husserl. Merleau-Ponty, sfruttando ampiamente l'apporto dei lavori di linguistica di Ferdinand de Saussure e valutando i contributi risultanti dalle riflessioni condotte in psicologia e in antropologia sociale, fa coincidere la nozione di struttura con il concetto di *essenza*.

Più recentemente, un altro filosofo francese specializzato in logica e matematica ed in scienze umane e sociali, Gilles Gaston Granger, ha sostenuto:

“Una struttura è un’astrazione per mezzo della quale un’attività concreta di conoscenza definisce, a uno stadio determinato dalla pratica, una forma di oggettività: la struttura non è dunque, in questo senso, nelle cose; non è neppure soltanto nel pensiero, come un modello dell’essere o come un riflesso; risulta da un lavoro del soggetto applicato ad un’esperienza, ed è così che contribuisce a sezionare con precisione la cosa in questa esperienza, conferendole lo statuto di oggetto”¹⁵.

Dal concetto di struttura come sistema di relazioni alla totale estrapolazione del concetto in quanto astrazione, modello attraverso il quale far confluire il pensiero e le cose. La scienza delle costruzioni si occupa “parzialmente” di questo, adopera degli schemi che sintetizzano graficamente gli elementi strutturali e le azioni agenti sulla struttura, per studiarne il comportamento, all’interno di un processo che si serve dell’astrazione per capire la realtà, e viceversa, osserva la realtà per poterla schematizzare.

“La struttura viene ideata come atto creativo consapevole, che risulta essere l’espressione di un processo dello spirito. (...) Come realtà fisica, la struttura richiede l’impiego di appropriati modelli matematici per la descrizione del suo comportamento sotto lo stimolo delle sollecitazioni esterne.”¹⁶ Ma, “la realtà è molto più ampia delle nostre conoscenze e le nostre teorie non riescono a cogliere completamente la ricchezza racchiusa nella realtà stessa. (...) Lo spirito umano non può essere soddisfatto del particolare, poiché cerca sempre una causa e pone ogni evento in uno schema razionale generale, al fine di avvicinarsi all’universale. Lo schema delle teorie fisiche è allora un sistema di rappresentazione concettuale e simbolico, con cui si cerca di interpretare il comportamento di un elemento strutturale sotto l’azione della sollecitazione esterna. Pertanto si può dire che esso unisce il conoscere e il comprendere, nel loro senso più ampio.”¹⁷ Dunque, sembra emergere dalle ultime considerazioni l’identificazione della struttura con un sistema costituito da elementi tra di loro solidali, un’astrazione che consente una forma di oggettività, e che non è né soltanto nella cosa, né esclusivamente nell’idea.

Alla sintesi, intesa non come riduzione o semplificazione ma nell’asciutta compiutezza della definizione proposta da Quatremère de Quincy, si aggiunge l’interpretazione, che mira ad una concettualizzazione, fornita dalla letteratura sociale, scientifica e filosofica dei secoli XIX e XX.

Questa dichiarata oscillazione tra l’idea e la cosa, tra il pensiero e l’esperienza,

che sembra designare in modo più completo che cosa si intenda quando parliamo di struttura in architettura, ci induce infine a riflettere su due aspetti: il concetto di latenza¹⁸, e quello di evidenza.

1.2 Spazio e Struttura

La prima parte di questo capitolo, che fondamentalmente vuole cercare di affrontare la difficile e profonda questione della struttura in architettura, è stata dedicata alla ricerca del senso primo del termine struttura, dei significati che nel corso dei secoli gli sono stati attribuiti, e del modo in cui questo vocabolo è stato utilizzato anche in campi diversi dall'architettura, dalle scienze sociali alla linguistica, dalla medicina alle discipline della matematica e della fisica, arricchendosi di connotati, in alcuni casi specifici, in altri più generali, che insieme ci fanno comprendere la complessità che tale questione sottende. L'esigenza di apporti esterni all'ambito architettonico chiarisce che non ci si può accostare all'argomento assumendo un approccio esclusivamente tecnico o settoriale; è pur vero che è necessario stabilire dei limiti, dei confini esplorativi, che fungano da guida, costante e feconda. E così, all'interno di questa moltitudine di cose e di pensieri, la scelta delle architetture esaminate sarà funzionale al taglio interpretativo che si è inteso dare.

Parlare di struttura vuol dire parlare del modo in cui un complesso strutturale influisce nella definizione ed articolazione di un'architettura, e quindi dello spazio. "La struttura non è un'astratta griglia cartesiana, ma sagoma l'invaso"¹⁹, sono le parole di Antonino Saggio su Louis Kahn; un'osservazione semplice, ma estremamente chiara, che esprime un concetto apparentemente banale: la struttura sagoma l'invaso, la struttura definisce uno spazio.

Parlare di spazio impone la necessità di alcune premesse.

Possiamo dare allo spazio innumerevoli accezioni, spazio architettonico, filosofico – scientifico, spazio fisico, concettuale, semiologico, solo per citare degli esempi²⁰, ma due sono fondamentalmente le principali risposte, perlomeno le più immediate, alla difficile e coraggiosa domanda 'che cos'è lo spazio': da un lato abbiamo lo spazio contenitore, "un veicolo vuoto, già pronto e capace di essere riempito di cose"²¹, che si differenzia dallo spazio inteso in modo non assoluto, spazio in quanto creazione di oggetti esistenti. Nel primo caso, suggerisce Rudolf Arnheim nel suo interessante



1 - Partenone - 1951, Louis Khan.

testo *La dinamica della forma architettonica*, che esplora le conseguenze che l'architettura produce nella percezione, lo spazio si configura come il dato che precede gli oggetti in esso contenuti. Arnheim riporta quanto Platone sostiene nel *Timeo*, in cui lo spazio è identificato come “la madre e il ricettacolo delle cose generate e visibili e pienamente sensibili”, “la natura che riceve tutti i corpi” che “in nessun modo prende mai una forma simile ad alcuna di quelle cose che entrano in essa”²².

La teoria platonica avanza l'idea di un vuoto, un nulla che esiste, così come esistono gli oggetti del mondo esterno, e senza i quali lo spazio sarebbe un contenitore infinito. Questa idea di spazio contenitore, in accordo con gli studi newtoniani, genera uno spazio geometricamente definito mediante un sistema di coordinate cartesiane ed in cui le distanze tra i punti hanno misure assolute. Prima di Einstein, come spiega Max Jammer nella prefazione al testo di Kostro²³ su Einstein, lo spazio era considerato infatti come uno sfondo passivo su cui si stagliavano gli eventi; lo stesso valeva per la nozione di tempo. È soltanto successivamente allo sviluppo delle teorie della relatività che lo spazio diventa un partecipante attivo della dinamica cosmica. Se facciamo un passo in avanti rispetto alla concezione statica dello spazio assoluto e consideriamo il modo in cui noi arriviamo a percepire lo spazio, ci rendiamo conto che la percezione dello spazio si verifica solo in presenza di cose percepibili; questa diversa nozione di spazio, in disaccordo con le teorie della fisica classica, contesta la concezione di un'entità vacante ed esistente a prescindere dalle cose che essa stessa contiene. In questo caso, dunque, possiamo parlare di spazio creato dalle cose, spazio relazionale, in cui si annulla l'uniformità del sistema delle distanze, caratteristica dello spazio contenitore, anche perché si entra nella sfera della fisica moderna nonché della psicologia, e, quindi, abbracciamo il campo delle relazioni oggetto – soggetto, spazio – uomo. La condizione di assoluta riferibilità di un oggetto e della sua collocazione e conformazione fisica e geometrica ad un sistema fissato a priori e immutabile non può che essere pura astrazione in un universo in cui lo spazio e le cose dello spazio interagiscono con le persone, e viceversa. Questo è dunque il punto di partenza, l'assunto concettuale da cui muovere qualsiasi considerazione che riguardi il rapporto tra l'uomo e lo spazio. Ed è in quest'ottica che si vuole condurre la seguente riflessione:

Cosa vuol dire individuare ed occupare uno spazio?

“Nel fare spazio parla e si cela al tempo stesso un accadere. Questo

aspetto del fare spazio ci sfugge facilmente e quando viene considerato è pur sempre difficile da determinare, soprattutto fin tanto che predomina lo spazio tecnico – fisico, come quello a cui deve venir ricondotta anticipatamente ogni caratterizzazione dello spaziale.”²⁴

È il filosofo tedesco Martin Heidegger a suggerire questa considerazione che apre la riflessione sul significato e le modalità di individuazione dello spazio, che egli riconduce all’atto del costruire e all’abitare in quanto soggiornare presso le cose.

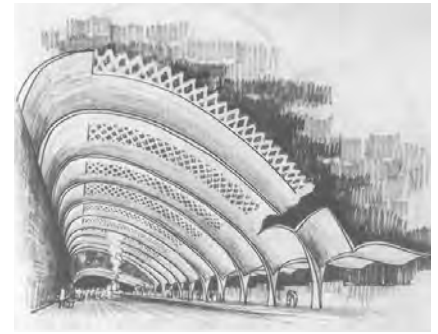
Heidegger, nel suo famoso saggio *Costruire Abitare Pensare*, si interroga su due importanti questioni: ‘Che cos’è l’abitare?’ e ‘In che misura il costruire rientra nell’abitare?’²⁵. Nel tentativo di “raggiungere il costruire in quell’ambito originario a cui appartiene ogni cosa che è”²⁶, senza in realtà voler entrare propriamente nel campo dell’architettura e della tecnica, egli comincia questa riflessione affermando che l’abitare è il fine del costruire, in quanto all’abitare perveniamo solo attraverso il costruire, sebbene non tutte le costruzioni siano delle abitazioni. Abitare è infatti inteso in un modo più globale, e gli edifici cui Heidegger si riferisce non sono esclusivamente quelli recanti funzione residenziale; tutte le costruzioni albergano l’uomo, nella misura in cui ospitano l’uomo, essendo così al servizio del suo abitare. Abitare e costruire sono pertanto legati dall’essere dell’uomo, dal suo stare che si esplica nell’abitare, e sono inoltre legati dal significato stesso del termine altotedesco costruire *buan*, il quale, nella sua antica accezione andata oramai persa, vuol dire abitare, ovvero, rimanere, trattenersi, soggiornare presso le cose, indicando, inoltre, il modo in cui noi uomini siamo sulla terra, se l’uomo è in quanto abita, ed è sulla terra in quanto mortale.

Le considerazioni cui Heidegger giunge sono le seguenti:

“Costruire è propriamente abitare. L’abitare è il modo in cui i mortali sono sulla terra. Il costruire come abitare si dispiega nel «costruire» che coltiva, e coltiva ciò che cresce; e nel «costruire» che edifica costruzioni.”²⁷

Per rispondere alla seconda domanda, ‘In che misura il costruire rientra nell’abitare?’, bisogna chiedersi che cosa il costruire sia, o meglio, che cosa sia una cosa costruita. Per fare questo, e partendo dall’accezione del costruire in quanto edificare, viene introdotto il concetto di spazio.

Lo spazio, da *raum* o *rum*, indica essenzialmente ciò che è sgombrato, liberato, e, di volta in volta, raccolto da un luogo; le cose che accordano uno spazio definiscono un luogo, così disposto e abitato, tali cose sono gli edifici, risultato del costruire che edifica, e che, edificando, fonda e dispone spazi.

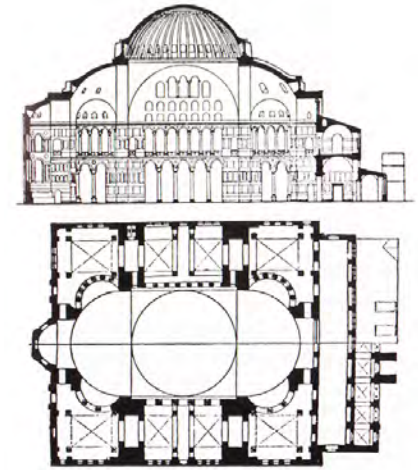
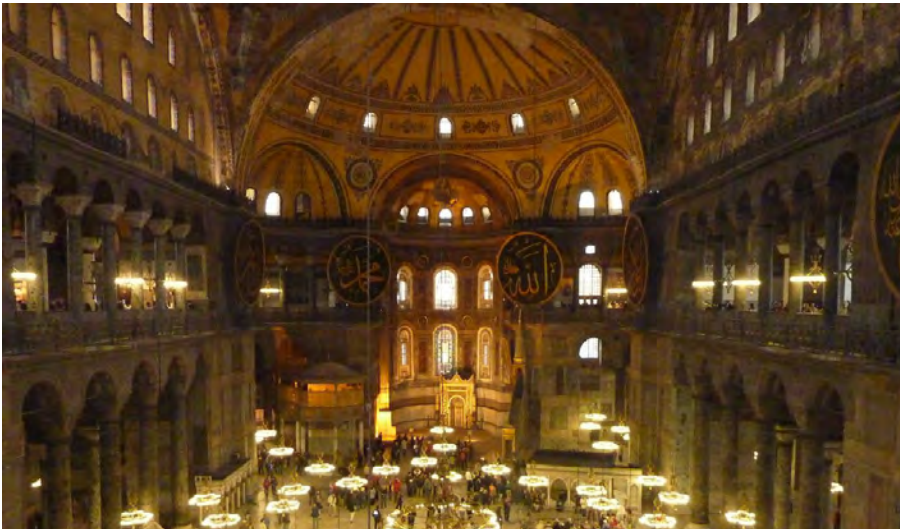


2 - Progetto di copertura per una stazione ferroviaria, Eduardo Torroja.



Ma cosa significa che gli edifici accordano uno spazio definendo un luogo? Per chiarire questa affermazione, Heidegger propone l'esempio di un ponte, una struttura di collegamento sotto la quale scorre un fiume o un torrente, un qualsiasi ponte, un ponte considerato nella sua accezione funzionale di elemento di connessione; una costruzione di questo tipo in genere segna un punto di unione tra due parti inizialmente separate, due spazi non direttamente in comunicazione tra di loro e che, in virtù della realizzazione del ponte, diventano un luogo diverso dal precedente, un luogo che si origina solo a partire dal ponte. Dunque, quello spazio che abbiamo dapprima definito sgombrato cambia la sua connotazione, diventa altro, mediante il ponte, ovvero, mediante il costruire. La risposta che il filosofo tedesco fornisce a questa seconda domanda ci dice sostanzialmente che lo spazio modifica la propria caratterizzazione in seguito al costruire, il che equivale a dire che il costruito, nell'azione di erigere, dispone in un certo modo lo spazio, costruendo delle relazioni tra due o più spazi, i quali, altrimenti, non avrebbero avuto la medesima connotazione.

Sono dunque le cose ed i rapporti tra le cose e tra le cose e le persone che determinano e definiscono ciò che semplicemente chiamiamo spazio. Gli edifici occupano uno spazio conferendo ad esso una peculiare caratterizzazione, e la struttura degli edifici, intesa non nella riduttiva accezione scientifica di scheletro avente esclusivamente funzione portante, ma in quanto qualcosa di meno facilmente reperibile dello scheletro, 'espressione della costruzione' e 'spina dorsale dell'insieme' nelle parole di Mies van der Rohe, definisce questa caratterizzazione, conformando e configurando in tal modo lo spazio.



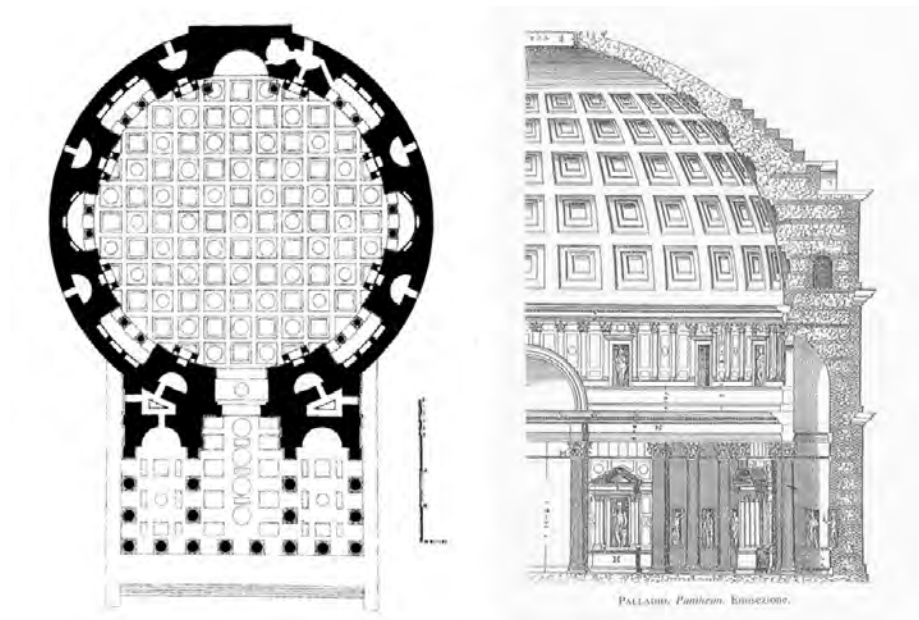
Le modalità con cui questo processo configurativo avviene e si manifesta, come sappiamo, possono essere molteplici, e molteplici possono rivelarsi le motivazioni che conducono a determinate scelte architettoniche e strutturali, nonché le finalità verso cui tende la realizzazione di una data costruzione.

Certamente “le opere non si costruiscono perché resistano. Si costruiscono per altre finalità o funzioni che comportano, come conseguenza essenziale, che la costruzione mantenga la sua forma e le sue caratteristiche nel tempo. La resistenza è una condizione fondamentale; ma non è, né l’unica finalità, né spesso la più importante.”²⁸

Uno dei contributi più significativi in questo campo è rappresentato dall’operato nonché dalla speculazione teorica dell’ingegnere spagnolo Eduardo Torroja; il suo famosissimo testo, *La concezione strutturale*²⁹, edito alla fine degli anni Cinquanta del secolo scorso, nasce per insegnare una dottrina nuova, una moderna “filosofia strutturale”³⁰. Il libro è ricco di utili riflessioni e considerazioni che mirano non tanto a fornire i principi tecnico-operativi di una disciplina scientifica, piuttosto, utilizzando con parsimonia il linguaggio specialistico, Torroja affronta le questioni di base, quelle su cui fondare una buona lettura ed una efficace interpretazione dei fenomeni strutturali e di tutte le implicazioni che entrano in gioco nelle fasi di concepimento, sviluppo ed esecuzione di una struttura. Dall’analisi degli elementi strutturali primari, il supporto, la trave, l’arco, la volta e la cupola, passa al confronto tra i materiali da costruzione, la pietra, il legno, l’acciaio, il cemento armato, per poi capire in che modo questi elementi e questi materiali siano stati utilizzati all’interno della genesi dello

3 - Crown Hall, Mies van der Rohe.

4, 5 - Santa Sofia: interno, pianta e sezione verticale longitudinale.



schema strutturale che tiene conto sia dei fenomeni legati alla resistenza, all'equilibrio e alla stabilità della struttura, che delle implicazioni di natura funzionale, estetica ed economica.

È vero infatti quanto sostiene il suo contemporaneo Pierluigi Nervi quando afferma che “Il costruire è, senza confronti, la più antica ed importante delle attività umane”³¹, e che “nessun atto creativo è altrettanto lungo e difficile, poiché nessun linguaggio espressivo, parole, suoni, colori, forme scultoree, è così ribelle quanto quello architettonico (...)”³², che deve tener conto delle esigenze dei singoli e della collettività, creando l'ambiente della nostra vita, a differenza delle altre forme d'arte che rappresentano una esplicitazione dell'essere attraverso le più svariate ed articolate manifestazioni, ma che non devono riunire “in un'unica sintesi lavoro manuale, organizzazione industriale, teorie scientifiche, sensibilità estetica, grandiosi interessi economici”³³, ed altre componenti ancora, prefigurandosi quale espressione della cultura e della società in cui nasce e, di volta in volta, muta in forme nuove e differenziate.

Concordi con le teorie Heideggeriane in merito alla “questione della tecnica”, secondo cui il vero carattere della tecnica non è qualcosa di meramente strumentale in quanto “l'essenza più profonda della tecnica non è nulla di tecnico”³⁴, la posizione di Torroja e Nervi sembra avvicinarsi alle parole di S. Agostino:

“Sapientiam existere a numero, aut consistere in numero”³⁵.

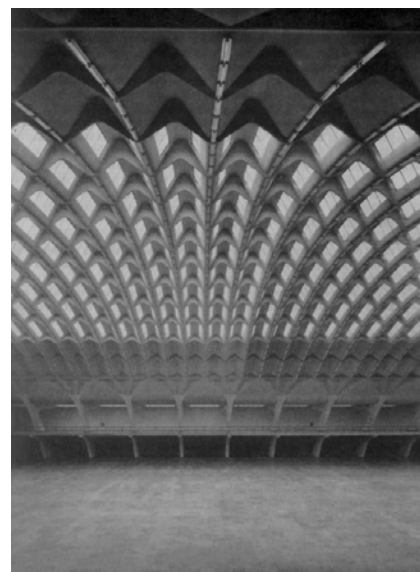
Entrambi infatti combattono la presunta supremazia del calcolo

strutturale, l'assoluta fiducia negli aspetti tecnico-scientifici sostenendo fondamentalmente che un complesso strutturale è sempre il risultato di un processo creativo in cui si mescolano arte, tecnica, ingegno, ricerca, immaginazione e sensibilità, “gli schemi di calcolo sono preceduti e dominati dall'idea che modella il materiale in forma resistente e lo adegua alla sua funzione”³⁶.

È l'idea appunto, l'idea di spazio, che vogliamo trasmettere e trasferire in termini esperenziali, ad indirizzare le scelte progettuali, e la struttura è una di queste scelte, non è l'unica ma è sicuramente una scelta importante. In passato vi era in certe costruzioni un perfetto equilibrio tra la componente tettonica e la ricerca spaziale, la struttura coincideva con l'architettura, e non semplicemente perché prima portante e portato costituivano oggettivamente un tutt'uno. Non era questa limitazione di tipo meccanico a garantire uniformità, coerenza e chiarezza costruttiva. La struttura del *Pantheon*, un'aula a pianta circolare con la cupola di diametro pari all'altezza dell'edificio (43,44 metri) e sezione decrescente in senso ascendente, rendeva il tempio romano per eccellenza perfettamente idoneo ad assolvere funzioni sia costruttive che culturali e spirituali, dando origine al contempo ad uno spazio interno grandioso, che qualcuno ha definito “universale”³⁷.

Il rapporto tra la geometria e le dimensioni della cupola sferica in calcestruzzo, che poggia su una sezione muraria considerevole ma sapientemente svuotata dalle edicole, conferisce monumentalità e sacralità allo spettacolare vuoto interno, cosicché chi compie l'esperienza di fruire di questa architettura si sente come partecipe di un ordine e di un ordinamento superiore, divino, e percepisce la centralità di questo spazio. Il sistema strutturale si fonde perfettamente con il sistema spaziale e con l'idea di grandezza e di magnificenza che questo edificio doveva comunicare. Il tema sociale della basilica risulta essere congeniale alle caratteristiche di libertà e permeabilità spaziale del thòlos, in cui gli uomini possono onorare e venerare le divinità, sebbene a prevalere sia il mito dell'Impero. Alois Riegl, in *Arte Tardoromana*, nella necessità di cogliere la relazione tra spazio architettonico e spazio filosofico nell'unità della weltanschauung storica, sostiene:

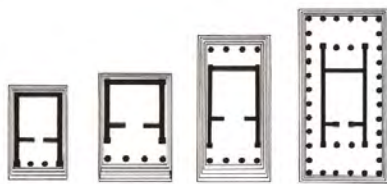
“L'uomo non solo percepisce coi sensi (cioè passivamente), ma anche (attivamente) vuole; perciò aspira a conformare il mondo come egli lo desidera (e in modo vario da popolo a popolo, da luogo a luogo, da tempo a tempo). Questa volontà rientra in ciò che noi chiamiamo la nostra



6 - Pantheon, pianta e emisezione.

7 - Palazzetto dello Sport (Roma), Pierluigi Nervi: immagine di cantiere.

8 - Sala Esposizione Torino, Pierluigi Nervi.



9 - Partenone, foto di Albert Morancé.

10 - Evoluzione del tempio greco.

“visione o concezione del mondo” (nel più ampio senso della parola): nella religione, nella filosofia, nella scienza, perfino nello Stato, nel diritto; e allora una delle espressioni di cui si è detto prende il sopravvento sulle altre.”³⁸

Se è vero che esiste una relazione tra queste volontà, spazio filosofico, e ciò in cui queste volontà si palesano, spazio architettonico, si spiega ancora meglio perché la configurazione spaziale e strutturale del tempio romano si distingua, ad esempio, dalle connotazioni architettoniche degli edifici di culto della società greca. Diversi sono difatti gli ideali su cui si fondava la cultura e la religione ellenica, e diverso è lo spazio di cui gli edifici dedicati al culto delle divinità greche necessitavano, nonché il messaggio ed i valori che essi erano destinati a trasmettere.

Il tempio greco, “dimora impenetrabile degli dei”³⁹ nelle parole di Bruno Zevi, si basava sul sistema strutturale del trilito (che trae origine dalle costruzioni megalitiche dei menhir e dei dolmen, V-I millennio a.C.), definendo un ritmo pieno - vuoto serrato e regolare; una serie di sostegni, le colonne, sostenevano l'architrave e la struttura della copertura, quello che diventerà poi il sistema pilastro – trave nelle strutture a scheletro intelaiate. In questo caso lo spazio, più che liberato dalla struttura, era scandito secondo un tempo ben preciso che rispondeva, come sappiamo, alle leggi della proporzione e della simmetria, ai canoni della classicità espressi dagli ordini architettonici, e questa scansione era dettata da un chiaro e ben definito sistema strutturale.

Evidentemente ispirati da motivazioni sociali e culturali differenti, il tempio romano, espressione della monumentalità dell'impero nonché del tema sociale della basilica, ed il tempio greco, che celebrava piuttosto la bellezza e la sacralità delle divinità, inaccessibile ai fedeli, i quali potevano sostare e camminare solo lungo il peristilio, rappresentano due differenti modalità di occupazione dello spazio, che si manifestano attraverso l'utilizzo di due sistemi strutturali basati su una diversa geometria degli elementi costruttivi. I due esempi proposti costituiscono due classici e storici modelli strutturali e spaziali.

Se consideriamo esclusivamente il modello geometrico, escludendo i parametri relativi alla funzione ed al tipo di materiale impiegato (geometria, funzione e materiale sono generalmente i criteri di classificazione delle strutture), è possibile difatti distinguere le strutture in due principali categorie, alle quali riferire tutte le eventuali declinazioni e variazioni

tipologiche e morfologiche:

_strutture resistenti per forma

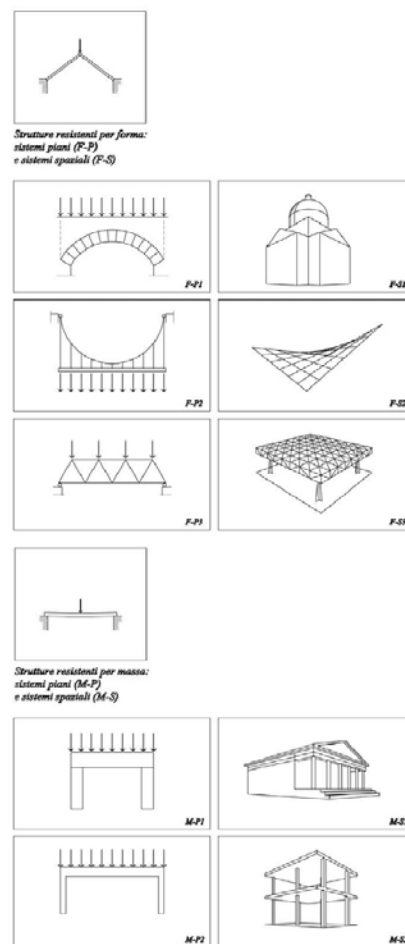
_strutture resistenti per massa

In particolare, le due grandi famiglie in cui si articolano le strutture resistenti per forma sono l'arco, che si sviluppa nelle volte e nelle cupole, e la fune, da cui derivano le membrane e le tensostrutture. Quelle resistenti per massa fanno utilizzo dell'elemento trave, da cui le strutture intelaiate e le piastre. L'arco e la fune, per la loro capacità di portare carico con la sola sollecitazione di sforzo normale, sono sistemi concettualmente idonei a strutture reagenti prevalentemente per forma, cioè strutture la cui distribuzione dei carichi sia sostanzialmente stabile nel tempo e la cui forma sia funicolare. Le coperture arcuate e voltate sono state le più utilizzate nella storia delle costruzioni, soprattutto negli edifici religiosi, in particolare dai Romani in poi (la derivazione della tecnica dell'arco è etrusca); probabilmente le motivazioni di questa scelta formale e spaziale sono da rintracciarsi anche nelle connotazioni simboliche legate alle figure circolari e sferiche, perlomeno nell'architettura occidentale.

Dalle volte in muratura alle cupole in ferro e vetro, dalle coperture nervate alle volte sottili in cemento armato, a meno delle limitazioni imposte dalle caratteristiche meccaniche dei materiali, questo tipo di struttura è sempre stato adatto a coprire grandi spazi.

Le strutture resistenti per massa fanno invece uso del principio della leva in quanto le forze agenti su di esse non seguono la direzione degli elementi strutturali, viaggiando su percorsi sensibilmente diversi, contrariamente a quanto accade nell'arco o nella fune e nelle loro derivazioni. La famiglia delle strutture resistenti per massa risulta la più largamente utilizzata, gli elementi più semplici di tale sistema sono la trave, come sostegno orizzontale, ed il supporto, sostegno verticale; entrambi traggono origine dalle configurazioni delle antichissime tombe megalitiche, architrave e colonna rappresentano la loro trasposizione nell'architettura classica, in particolare in quella greca, che ha conferito loro la massima consacrazione. Il passaggio da colonna e architrave a pilastro e trave e, quindi, struttura intelaiata è rapido; concettualmente un pilastro in cemento armato o in acciaio non è molto distante dal fusto di una colonna greca (senza considerare base e capitello che avevano la funzione di raccordare il fusto rispettivamente al suolo o al crepidoma e alla trabeazione).

Cambiano i materiali, di conseguenza, cambiano anche le prestazioni, si



11 - Abaco delle tipologie strutturali.



riducono le sezioni, ma è pur vero che Mies nella prima metà del XX secolo preferisce chiamare colonne i pilastri in acciaio che utilizza nella maggior parte delle sue realizzazioni.

Nel caso delle strutture resistenti per forma, sfruttando le potenzialità legate alla configurazione geometrica degli elementi costruttivi, si genera uno spazio svuotato dalla materia stessa, lo spazio centrale e spettacolare del Pantheon, in cui la pienezza della cupola disegna un interno che sembra somigliare ad un grande teatro cosmico, o il vuoto enorme di un'architettura come *Santa Sofia a Costantinopoli*, splendido esempio di utilizzo delle coperture voltate, modello di equilibrio e perfezione dell'architettura bizantina.

“Messo appena il piede nella navata, rimanemmo tutti e due come inchiodati. Il primo effetto, veramente, è grande e nuovo. Si abbraccia con uno sguardo un vuoto enorme, un'architettura ardita di mezze cupole che paion sospese nell'aria, di pilastri smisurati, di archi giganteschi, di colonne colossali, di gallerie, di tribune, di portici, da cui scende da mille grandi finestre un torrente di luce; un non so che di teatrale e di principesco, più che di sacro”⁴⁰.

Numerosi architetti, artisti e pensatori hanno visitato e continuano a visitare l'attuale museo, simbolo della laicità della giovane Repubblica Turca; Herman Melville, descrivendo le sensazioni del suo viaggio a Costantinopoli (1856), parla di Santa Sofia come di “una totale appropriazione dello spazio”⁴¹, e

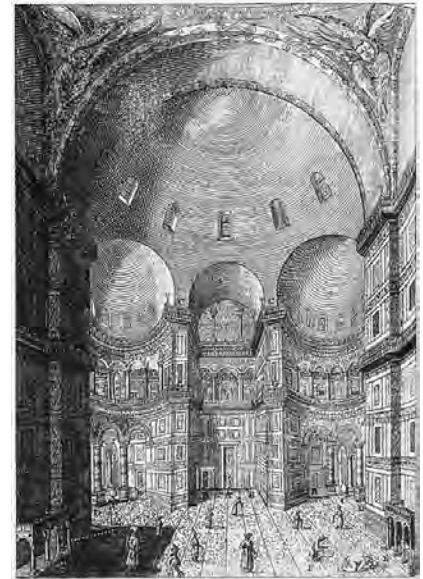
Guillame-Joseph Grelot trascorre diverso tempo all'interno della Chiesa, disegnando. L'impressione più diffusa è quella di un'architettura dotata di uno spazio interno eccezionalmente libero e totalizzante, grazie alla struttura della copertura, così straordinariamente articolata e composta. Questa sensazione di libertà, ovvero, di spazio aperto e liberato, permea tutte quelle architetture che oggi definiremmo a grandi luci. È chiaro che in passato per ottenere costruzioni di questo tipo ci si avvaleva della capacità delle strutture arcuate di resistenza per forma. Data l'effettiva coincidenza tra elementi strutturali ed elementi architettonici prima del raggiungimento della separazione tra portante e portato, le strutture resistenti per massa imponevano il ricorso a sezioni resistenti molto grandi all'aumentare delle campate, con sezioni proporzionali al rapporto pieno-vuoto. Questo perché il materiale da costruzione più diffuso negli edifici civili e religiosi prima dell'avvento della rivoluzione industriale e delle conquiste tecnologiche avute luogo a partire dal XVIII secolo, era la pietra, caratterizzata da buona resistenza a compressione ma scarsa capacità di resistere a sforzi di trazione.

Dopo Santa Sofia, l'architettura gotica ha sviluppato il tema della continuità spaziale, trasportando in sezione verticale quello che la precedente architettura romanica aveva realizzato in pianta; il sistema ad ossatura si assottiglia e si perfeziona nel periodo gotico, la tecnica degli archi ogivali contribuisce a ridurre le spinte laterali, e tutto l'organismo sembra somigliare ad un fascio di nervi e muscoli, che tende a dilatare ed amplificare lo spazio sia lungo la direttrice del cammino cristiano che lungo il percorso dell'ascensione divina.

È al gotico che Viollet-le-Duc fa risalire la distinzione tra struttura portante dell'edificio ed elementi portati, potremmo dire tra lo scheletro e quelle che oggi definiamo chiusure e partizioni, ed è probabilmente questo il momento del trionfo della struttura sull'architettura; le componenti resistenti vengono esaltate e messe volutamente in vista, la struttura sembra essere l'unico valido fondamento dell'espressione architettonica.

Si avverte questa sorta di sbilanciamento, questa propensione verso la componente più che tettonica, tecnica o tecnicistica, il che non toglie assolutamente qualità allo spazio architettonico delle grandi fabbriche gotiche. La struttura è visibile sia dall'interno che dall'esterno: all'interno si accentua la verticalità, lo spazio è solenne, non monumentale; all'esterno, le nervature e i contrafforti, così ben articolati all'interno di queste cattedrali in genere molto grandi, disegnano lo spazio urbano.

La ricerca della continuità spaziale viene dunque affrontata, tuttavia



12 - Alcazar, Siviglia: Patio de las Doncellas.

13 - Santa Sofia: disegno di Guillame-Joseph Grelot, 1680.



all'interno di una ricerca che appare molto più spinta ed anche verificata e sviluppata in termini di struttura, efficienza tecnica, maestria nell'esecuzione. Diversamente accade invece più in avanti, nel periodo barocco, dove la ricerca spaziale predomina incontrastata.

Nel Rinascimento invece la struttura architettonica spaziale è tutto sommato statica, basata sui canoni della bellezza e della proporzione, relativamente al disegno delle facciate e all'alternanza pieno-vuoto, e sulle regole della prospettiva, per quanto riguarda le direttrici visuali, il che non consente evasione dal punto di vista dell'osservatore; questa condizione di fissità la si ritrova nelle architetture albertiane, ma anche in Bramante. Così come illustrato nel paragrafo precedente dedicato alla disamina del concetto di struttura, prevale nel Quattrocento un'attenzione verso la sfera estetica, che esige il rispetto della regola e dei principi diffusi dalla trattatistica rinascimentale, per cui il modo in cui la struttura occupa e definisce lo spazio diventa necessariamente subordinato a tali regole. Capolavori come la facciata di *Santa Maria Novella* o *Palazzo Rucellai* dell'Alberti testimoniano il massimo raggiungimento della perfezione e della bellezza in termini di proporzione. Lo spazio è dunque scandito e ritmato e la struttura non vi si riconosce nell'architettura, coincide con ciò che Viollet-le-Duc definisce costruzione quando scrive:

“Si segua il mio ragionamento; e si prenda in esame la sezione trasversale ed una campata di una sala romana, per esempio la basilica di Costantino.

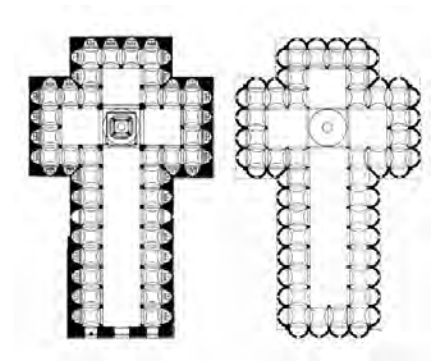
Essa è costruita interamente in conglomerati con paramenti di mattoni e rivestimento di stucco, salvo le colonne e la relativa trabeazione che sono di marmo, ma che si potrebbero eliminare perché non hanno funzione statica. La navata centrale è composta da una serie di volte a crociera (...) Queste volte, che sono in conglomerato, formano un guscio, una massa solida senza elasticità. Per sostenere queste volte (...) si sono perciò predisposti dei contrafforti, all'incrocio degli archi delle crociere (...) Il muro esterno è forato anch'esso da finestre perché non porta alcun carico. Se noi spogliamo questa costruzione di tutto ciò che è inutile alla sua stabilità perfetta, noi possiamo (...) ridurre i pilastri interni all'appoggio verticale (H), aprire maggiori passaggi (K), sopprimere l'ordine gigante e costruire l'arco rampante (L) in corrispondenza della spinta delle crociere riportandola sul contrafforte (M). C'est la structure vraie: questa è la vera struttura.²⁴²

Certo, Viollet-le-Duc si riferisce ad un edificio di epoca romana, ma tale ragionamento può facilmente essere applicato anche all'architettura dei palazzi e delle chiese rinascimentali, con la differenza che nelle opere romane il nascondimento della vera struttura si traduceva architettonicamente in termini di spazialità conquistata ed anche spazialità della conquista, mentre nelle fabbriche del Rinascimento questa inclusione della struttura nella costruzione obbedisce ai dettami di una bellezza auspicata e ritrovata nelle leggi della proporzione e della simmetria.

Un carattere profondamente diverso contraddistingue l'architettura barocca, che è liberazione spaziale, liberazione mentale dalle regole dei trattatisti, dalle convenzioni, dalla geometria elementare e dalla staticità, liberazione dalla simmetria e dall'antitesi tra spazio interno e spazio esterno.

Il barocco, impensabile senza il fondamento michelangiolesco, laddove non si limita a commentare con nuovo gusto schemi del passato, crea una vera e propria nuova concezione spaziale, che esalta il carattere di movimento e di interpretazione e si traduce in termini di plastica architettonica.

Se paragoniamo le piante che Bramante e Michelangelo elaborarono per San Pietro, vi è una differenza consistente: in Bramante il fulcro della cupola centrale non è generatore di altri spazi, i quali producono un effetto simile alla bizantina Santa Sofia; nella pianta di Michelangelo, invece, la propulsione dal fulcro centrale è tesa e vibrata così che tutto il perimetro e i piloni si ispezziscono e si crea una catena continua che si snoda senza interruzioni. Questa differenza è indice di una nuova visione dello spazio

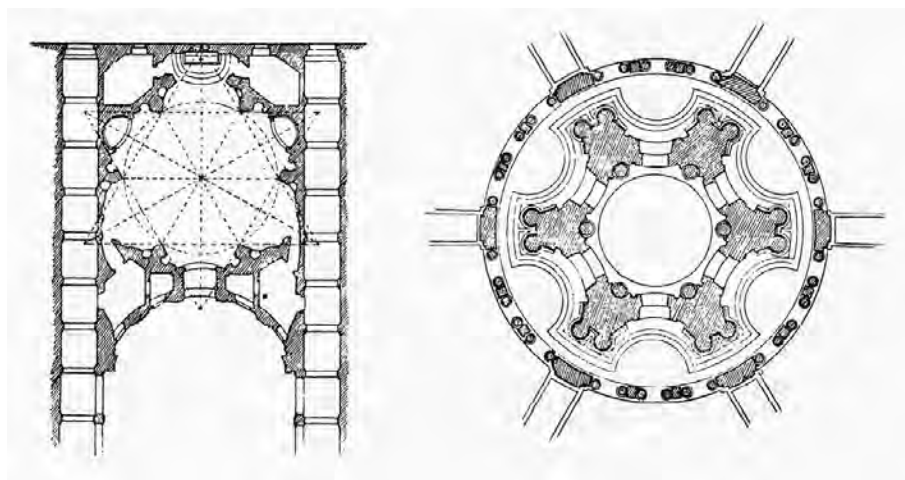


14 - Cattedrale di Siviglia: particolare della struttura.

15 - Santo Spirito, Filippo Brunelleschi: pianta attuale e pianta originale.



16, 17 - Sant'Ivo alla Sapienza, Francesco Borromini: vista interna della cupola, pianta della chiesa e della cupola.



e dell'architettura; non cambia sostanzialmente il tipo di struttura adottato, perché si continua a costruire utilizzando gli stessi materiali e gli stessi schemi strutturali, ma cambiano le modalità espressive degli elementi strutturali, tutto il muro si ondula o si piega per creare movimento, l'architettura avvolge l'uomo e il suo sguardo, non più fisso e immutabile perché non più ancorato alle regole geometriche della prospettiva. Un approccio di questo tipo conduce inevitabilmente ad una generazione spaziale continua, piuttosto che ad una struttura spaziale preordinata. Ed è così che la lettura di Ackerman, il quale associa all'operato di Michelangelo un carattere organico, paragonando le sue architetture ad organismi vitali, dove “muscoli e tendini e nervi non valgono per sé, ma nella struttura organica in cui si integrano”⁴³ risulta assolutamente pertinente.

Una svolta rispetto ai manufatti coevi tardo-rinascimentali è rappresentata poi dall'opera di Borromini, inspiegabilmente definito anti-barocco; in realtà, la sua ricerca spaziale anticipa quello che gli architetti della generazione successiva, annoverati come architetti “barocchi”, realizzeranno. L'attività di Borromini non è mai semplice bizzarria o ricerca esteriore del nuovo. Le finte prospettive, nella facciata dei Filippini, nel Refettorio e nel San Carlino, come vide bene Argan, non sono prospettive allusive, l'intento non è certo quello di realizzare quinte sceniche, non è lo spazio scenografico che interessa al Borromini. Architetture come *San Carlino alle Quattro Fontane* e *Sant'Ivo alla Sapienza* rappresentano casi eccezionalmente interessanti soprattutto per quel che riguarda la conformazione degli spazi ed il rapporto che l'architetto stabilisce tra l'interno e l'esterno dell'edificio. Tuttavia, il riferimento all'operato di Borromini è importante

in quanto esempio di utilizzo nuovo e innovativo di un sistema spaziale e strutturale consolidato; partendo dalla tradizione, e quindi dalla regola, egli arriva a sovvertire l'ordine giungendo a realizzazioni straordinarie in cui effettivamente la dimensione spaziale diventa l'assoluta protagonista. In questo caso, la costruzione architettonica è fortemente legata alla volontà di una ricerca spaziale energica e prorompente, alla quale tutte le scelte, di volume, di direzione, di articolazione interna ed esterna, sono di conseguenza finalizzate.

Questa riflessione sulle differenze tra l'architettura gotica, quella rinascimentale e barocca, lungi dall'essere una ricapitolazione estremamente sintetica delle principali connotazioni strutturali, tettoniche e spaziali di alcuni momenti fondamentali della storia delle strutture architettoniche, è interessante in realtà perché ci fa comprendere che in alcuni casi non è il tipo di sistema strutturale adottato a caratterizzare uno spazio, ma bensì il modo in cui tale sistema viene reinterpretato in funzione della qualità dello spazio che si vuole realizzare; d'altro canto, i risultati che la tecnica delle costruzioni riesce a raggiungere tramite l'adozione di nuovi materiali e l'impiego al massimo delle capacità di resistenza degli stessi sono da supporto alle sperimentazioni e all'adozione di nuove configurazioni formali e spaziali.

L'evoluzione delle costruzioni, o, se vogliamo, dell'arte del costruire, è infatti storicamente collegata allo sviluppo tecnologico dei materiali e dei mezzi operativi, quindi, alle risorse reperibili ed alla tecnologia, e naturalmente alla concezione progettuale che, tramite l'intuizione, riesce a cogliere nuove tipologie costruttive, compositive e strutturali impiegando gradualmente materiali e metodi in genere non originariamente messi a punto per le costruzioni architettoniche. L'intuizione, unita alla conoscenza e allo studio dei riferimenti, ha sempre giocato un ruolo importante all'interno del processo progettuale.

Tuttavia, dopo il periodo barocco, le modalità costruttive resteranno pressoché le stesse per qualche secolo finché non si arriverà alle nuove soluzioni sperimentate a partire dalla metà del XVIII secolo con la Rivoluzione industriale, che segna un passaggio molto importante nel campo delle costruzioni, un momento di innovazione, grazie alla comparsa di nuovi materiali, prevalentemente grazie all'utilizzo del ferro, il quale, grazie alle sue proprietà fisico-meccaniche e alla sua capacità di resistenza a trazione, consente la realizzazione di edifici a grandi luci, segnando in qualche modo la fine dell'egemonia delle costruzioni in muratura.

La struttura diventa sempre più in vista e si riduce quel divario prima così accentuato tra costruzione e struttura. È il periodo della cosiddetta ingegneria strutturale, in cui si realizzano grandi opere civili ed edili di interesse architettonico, dai ponti alle affascinanti coperture metalliche e vetrate di edifici pubblici quali le stazioni ferroviarie, le industrie, i mercati e le esposizioni internazionali.

Si attua un processo di smaterializzazione, si tende a togliere peso all'architettura, le parole chiave sono leggerezza, trasparenza e grandi luci, si realizzano grandi spazi, ma più per delle esigenze concrete di utilizzo dello spazio e per sperimentare le proprietà dei materiali; non si tratta di quel vuoto monumentale imperiale e neppure della continuità spaziale garantita dalle chiese bizantine e gotiche.

Si fa spazio perché si può e perché le attività lo richiedono. Nella civiltà dell'industria e della macchina l'architettura si esprime attraverso le nervature e i tiranti dei ponti, nonché mediante il vetro ed il ferro delle grandi halles, in cui la trasparenza delle superfici vetrate annulla i confini tra interno ed esterno; è questa infatti una caratteristica nuova, che affascina e da un lato rompe quella distinzione, prima più netta, tra sfera pubblica e sfera privata, sebbene la leggerezza e la trasparenza siano criteri non ancora applicati agli edifici residenziali.

La realizzazione del *Crystal Palace* di Londra, costruito per la Grande Esposizione del 1851, la prima Esposizione Universale (anche conosciuta come the Great Exhibition of the Works of Industry of all Nations), per cui il giardiniere Joseph Paxton sviluppò un progetto derivante da un metodo per la costruzione di serre, al di là delle enormi dimensioni e dell'utilizzo di materiali nuovi organizzati secondo un sistema modulare, si distingue per la sensazione di illimitato e di infinito che questo edificio riesce a trasmettere; un vano unico, coperto solo di vetro in cui sbiadiscono i limiti tra dentro e fuori, non ci sono muri e separazioni che ostacolano la vista.

L'adozione del ferro, e poi in seguito del cemento armato (François Hennebique, costruttore francese autodidatta, nel 1892 brevettò il primo giunto monolitico in cemento armato), consentono di costruire uno spazio sempre più aperto; sottraendo materia, si caratterizzano spazi grandi e si acquista spazio vuoto.

Escludendo gli edifici che si sviluppano in altezza, i grattacieli che prendono piede in America a partire dalla metà del XIX secolo, le possibilità fornite dall'utilizzo di questi nuovi materiali si manifestano sia nelle costruzioni a grandi luci, che fanno uso di coperture voltate, sia negli edifici che

continuano a ricorrere al sistema strutturale trave-pilastro, in particolar modo nelle architetture ad aula.

È chiaro che le proprietà di ciascun materiale si prestano con minore o maggiore facilità alla realizzazione di costruzioni di un certo tipo, così come all'impiego di specifici procedimenti costruttivi o all'assorbimento di determinate sollecitazioni. Ma la differenza sostanziale tra il ferro ed il cemento armato, in termini di spazio, risiede nel fatto che il secondo può essere plasmato in forme sinuose e dinamiche, esprimendosi attraverso un linguaggio potenzialmente molto libero, il che si traduce in una opportunità di diversificazione in termini formali. Il cemento armato infatti presenta grandi qualità nell'adattabilità ad ogni tipo di comportamento, risolvendo senza soluzioni di continuità ad esempio il passaggio dalle strutture verticali a quelle orizzontali, mentre il ferro e l'acciaio vengono utilizzati proprio per mettere in risalto questi passaggi, per sottolineare la riconoscibilità dei singoli elementi che fanno parte del sistema strutturale. Interessante a riguardo è una conversazione che Alfredo Zappa riporta nell'articolo *Cemento, storia, metamorfosi recenti*⁴⁴, tratta dal testo di Andrea Camilleri, *La forma dell'acqua*:

“E lui, a sua volta, mi fece una domanda.

– Qual è la forma dell'acqua?

- Ma l'acqua non ha forma! – dissi ridendo:

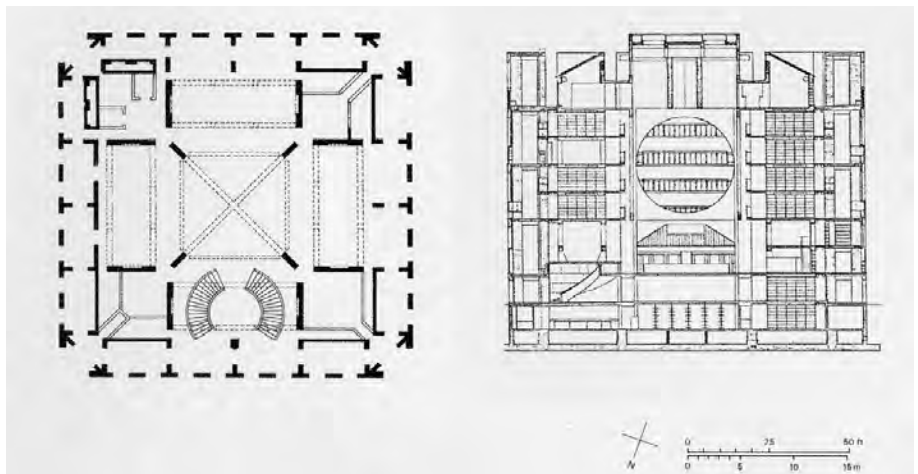
- Piglia la forma che gli viene data.”

Fluido infatti come l'acqua che lo idrata è il cemento, entropico come un impasto che per sprigionare la sua energia latente ha bisogno di essere plasmato.

E così, se Louis I. Khan si affida alla matericità confortante del mattone prima e del cemento poi, Mies van der Rohe, in particolare nella seconda fase della sua produzione architettonica, sperimenta in modo puro ed assoluto le proprietà tettoniche e formali dell'acciaio. L'approccio che i due grandi maestri dell'architettura moderna hanno nei confronti della struttura è differente per quel che riguarda le soluzioni costruttive adottate, ma medesima è l'importanza che essi conferiscono alla questione strutturale. Entrambi si rifanno al passato, guardano ai principi fondativi dell'arte del costruire, per comprenderne la lezione, assimilarne l'essenza.

“Nessun architetto può ricostruire una cattedrale di un'altra epoca, che incarni i desideri, le aspirazioni, l'amore e l'odio del popolo di cui è diventata

18, 19 - Phillips Exeter Academy Library, Louis Khan: il grande vuoto interno, pianta del piano terra e sezione verticale.



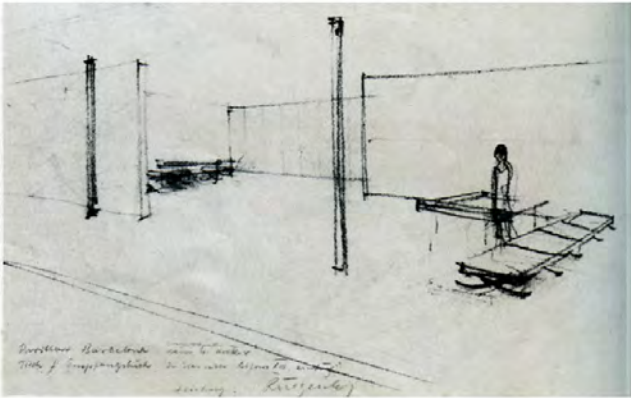
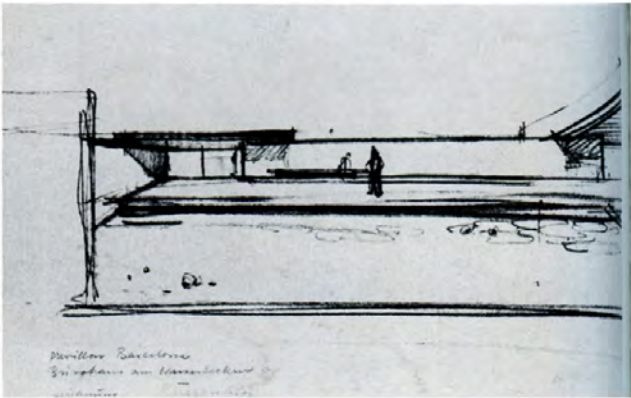
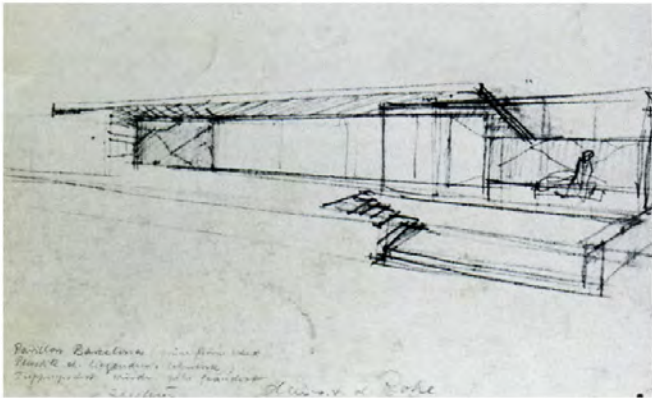
patrimonio. Di conseguenza, le immagini che abbiamo davanti agli occhi di strutture monumentali del passato non possono rivivere con la stessa intensità e lo stesso significato. (...) Ma non azzardiamoci a rinunciare alle lezioni che questi edifici impartiscono, poiché essi possiedono le comuni caratteristiche di grandezza su cui, in un senso o nell'altro, gli edifici del nostro futuro devono fondarsi.”⁴⁵

Sono queste le parole di Kahn, che affronta gli aspetti più introspettivi e spirituali dell'architettura classica, attingendo al passato per scoprire nuove possibilità, in un periodo e in un contesto, quello americano della metà del Novecento, in cui, come sostiene William J. R. Curtis “le allusioni all'antichità abbondavano, mentre i principi classici erano quasi completamente assenti”⁴⁶. Molti dei suoi grandi progetti, quelli per il Pakistan o per il Bangladesh, evocano un senso di atemporalità, insieme ai concetti di serialità e reiterazione delle masse, in edifici dalle solenni forme euclidee.

Uno dei suoi maggiori meriti è stato quello di introdurre nella cultura architettonica americana la dimensione della monumentalità, sconosciuta, o almeno, non insita nell'opera degli architetti suoi contemporanei, quali Philip Johnson, Edward Durell Stone, W. K. Harrison, i quali facevano abbondantemente ricorso alla simmetria, all'utilizzo degli archi, agli elementi del linguaggio classico, ma finivano per dissimulare un'interpretazione superficiale della monumentalità.

Tra le più significative opere che Khan realizza negli anni Sessanta vi è la biblioteca per l'istituto universitario americano della Phillips Exeter Academy a Exeter, nel New Hampshire, completata nel 1971, al termine di un travagliato processo progettuale iniziato nel 1966.

Sin dal primo progetto, l'architetto statunitense aveva immaginato la biblioteca come un edificio a pianta centrale, articolato attorno ad una suggestiva sala a tutt'altezza. La contrapposizione tra l'esterno, sobrio e minimale, e lo spettacolare vuoto interno delineato dalla sagoma degli elementi strutturali che seguono forme geometriche pure, fanno della *Exeter Library* uno degli edifici più interessanti dell'architettura moderna americana. Gli schermi murari in calcestruzzo forati da ampie aperture circolari disegnano un vuoto che ricorda il carattere monumentale proprio del tempio romano (mi piace paragonare la biblioteca al Pantheon, la configurazione formale è diversa ma l'idea dello spazio vuoto centrale è la medesima, così come le sensazioni che evoca). Il rapporto tra la struttura, che fa uso di forme geometriche pure ed elementari, ricorrenti in quasi



tutte le architetture di Kahn, e lo spazio della biblioteca, è solenne. In questo caso, tuttavia, “la sacralità dello spazio ottenuto assume un ruolo prioritario rispetto al rigore della struttura”⁴⁷.

Suo contemporaneo, Ludwig Mies van der Rohe ha come obiettivo quello di “definire le forme stabili di un sistema costruttivo”⁴⁸, trasformando le forme tecniche in forme architettoniche, convinto che uno dei principali legami che un architetto instaura con il suo tempo è dato dalla tecnica, ovvero dall’apporto tecnico che egli assume dal tempo in cui vive ed opera. E Mies è più che fiero frequentatore del suo tempo.

Egli utilizza i materiali contemporanei con un approccio da molti definito classico; la sua classicità risiede nella chiarezza costruttiva, una chiarezza costruttiva tale da generare bellezza nel rapporto tra le parti e tra le parti ed il tutto.

“Chiarezza costruttiva portata fino alla sua espressione esatta. Questo è ciò che io chiamo architettura.”⁴⁹

Lontano da coevi atteggiamenti formalisti, Mies espone la sua opinione sulla questione della forma in architettura scrivendo una lettera pubblicata sulla rivista del Deutscher Werkbund, *Die Form*, diretta da Walter Rietzler. Egli sostiene fondamentalmente che:

“Ogni come è sostenuto da un cosa.

Ciò che è privo di forma non è peggiore di ciò che ha un eccesso di forma.

Il primo è nulla, il secondo è apparenza. (...)

Noi non giudichiamo il risultato quanto il processo creativo.

È proprio questo che indica se la forma è stata trovata partendo dalla vita o per sé stessa”⁵⁰.

Questa ricerca della forma interna alle cose piuttosto che dell’esteriorità della forma lo conduce a concepire progetti in cui la componente tettonica si manifesta nella chiarezza e nell’esattezza dei procedimenti ideativi ed esecutivi, nonché nella sua capacità di modellare, scandire e liberare lo spazio. Se la pianta libera adottata nei progetti del *Padiglione di Barcellona* (1929) o di *Casa Tugendhat* (1928-30) in qualche modo genera spazi integrati e suddivisi al tempo stesso, nelle opere successive si giunge ad una sempre più radicale sottrazione di materia.

La *Crown Hall*, che Mies realizza intorno agli anni Cinquanta, il più straordinario edificio all’interno del campus dell’Illinois Institute of

20 - Casa Tugendhat (1930), Mies van der Rohe: vista della zona giorno.

21 - Casa Farnsworth (1951), Mies van der Rohe: il fronte verso il fiume Fox.

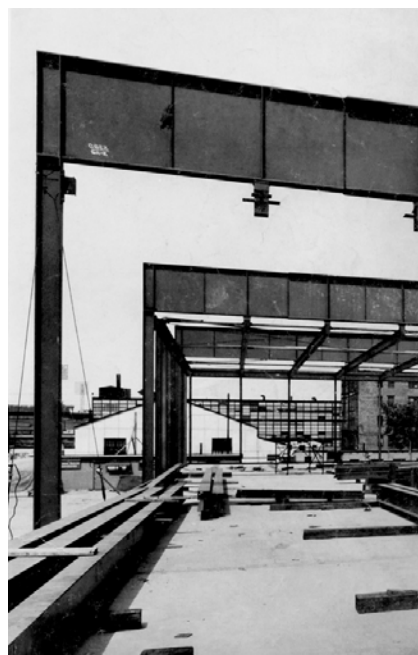
22 - Padiglione di Barcellona (1929), Mies van der Rohe: schizzi di progetto.

23 - Bacardi Office Building (1961), Mies van der Rohe: vista della zona a doppia altezza.

24 - Crown Hall (1956), Mies van der Rohe: cantiere, particolare della struttura portante.

Technology di Chicago, rappresenta il punto di arrivo delle ricerche relative ad un sistema strutturale capace di liberare lo spazio interno dalle colonne portanti. Riprendendo e sviluppando il principio costruttivo adottato per *Casa Farnsworth*, Mies sospende il tetto a quattro grandi portali in acciaio, così che l'interno (36 x 67 m) risulti completamente libero. Un edificio ad aula, tutto vetrato e rialzato da terra mediante un basamento opaco ed una grande scalinata di accesso, dove il concetto miesiano *less is more* è positivamente esasperato.

Le architetture di Mies sorgono contestualmente ad altre ricerche compiute in campo architettonico e strutturale; mi riferisco alle sperimentazioni sulle volte ed i gusci sottili in cemento armato, ad opera dei già citati Pier Luigi Nervi ed Eduardo Torroja, così come di Heinz Isler, Felix Candela, Eero Saarinen. Sebbene già nella metà del Novecento si siano raggiunti risultati eccezionali e molto spinti dal punto di vista strutturale in campo elastico ed elasto-plastico, dalla precompressione alle eccezionali coperture di Nervi, dagli studi sulle volte sottili di Candela ai numerosissimi gusci progettati da Isler, c'è chi ha scelto di perseguire una strada diversa, del tutto singolare all'interno dello scenario architettonico contemporaneo, ma estremamente interessante in materia di spazio, di struttura e sapiente uso dei materiali. Mi riferisco all'architetto svizzero Peter Zumthor, l'autore delle *Terme di Vals* nel cantone dei Grigioni, della *Cappella di San Benedetto* a Somvix, dello straordinario intervento al *museo Kolumba* a Colonia. Queste architetture,



così come tutte le opere realizzate da Peter Zumthor, si caratterizzano per il perfetto equilibrio che ogni volta l'architetto riesce a stabilire tra tutte le componenti progettuali e per la capacità che esse hanno di interagire con il contesto in cui si inseriscono e con le persone che con esse interagiscono. Il suo modo di concepire gli spazi, frutto di un lavoro e di una ricerca continui, è denso di sensazioni, che si manifestano nelle forme, nei dettagli, nel colore, nella materialità dell'architettura. Non c'è in Zumthor la volontà di esprimere un determinato approccio compositivo, strutturale, funzionale, nessuna presa di posizione o esaltazione di un aspetto specifico, perché ogni progetto ha la sua specificità. Ogni edificio diventa un'esperienza diversa e di commistione tra spazio, struttura, materiali, suoni, luce, oscurità.

“Costruire non tanto volendo provocare le emozioni, quanto ammettendo le emozioni. Restare saldamente attaccati alla cosa stessa, vicini all'essenza dell'oggetto”⁵¹. Questo sentire, che nasce più spesso nei luoghi modesti, ha il sapore della nostalgia, della dolcezza che si prova di fronte alle tradizioni antiche, al lento ripetersi delle abitudini. Il lavoro artigianale e la naturalezza dei materiali sapientemente utilizzati contribuiscono a creare costruzioni fuori dal tempo, e che non possono portare etichette.

Il progetto delle *Terme di Vals* (1991-96), che gli ha dato fama internazionale, è impostato sull'idea dello scavo. Lo spazio è articolato in base ad una struttura di grandi blocchi di pietra simile ad un sistema geometrico di caverne, e si amplia a partire dagli stretti corridoi a contatto con la montagna, fino al prospetto principale che si erge dalla montagna, innalzandosi sull'idilliaco sfondo del piccolo villaggio svizzero.

Queste masse sono costituite da una serie continua di strati di pietra naturale estratta mille metri più in alto, nella stessa valle in cui sorge il complesso; in nessuna parte dell'edificio le lastre di pietra sono rivestite. Ricavate e realizzate dalle incisioni effettuate nella roccia della montagna, le terme si sviluppano secondo una continuità di spazi sempre più grandi, che conducono alla luce del giorno ed alla vista panoramica, permettendo allo spazio esterno di penetrare nella struttura.

Se a Vals prevale l'aspetto monolitico della struttura, oltre all'eccezionale rapporto che l'edificio e i suoi materiali instaurano con l'ambiente in cui si inseriscono e dal quale concretamente si ergono, uno spirito diverso anima il progetto per il *Padiglione della Svizzera all'Expo 2000 di Hannover*, una struttura labirintica, aperta e accessibile su tutti i lati, con numerosi passaggi, cortili e spazi interni comunicanti.

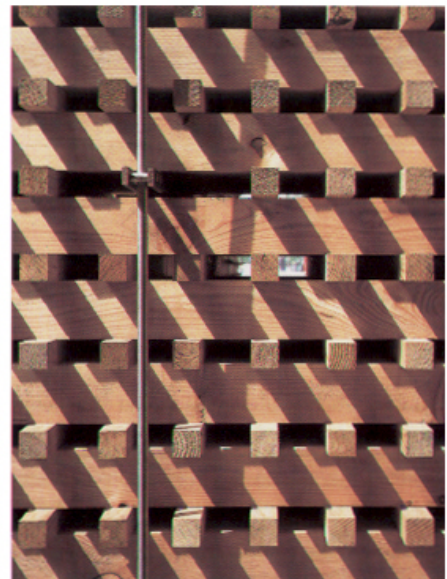
La struttura, che coincide esattamente con l'architettura e dà origine

all'articolazione spaziale e sensoriale del padiglione sonoro, è costituita da unità costruttive disposte ortogonalmente tra di loro.

Le pareti, alte 9 metri, sono costituite da travi lignee di taglio uniforme a strati sovrapposti, alternati a listelli, assemblate senza uso di collanti e compresse da cavi in tensione e grandi molle di acciaio. La regolarità e la modularità della composizione è interrotta da alcuni spazi di sosta in cui i visitatori possono assaporare i suoni, i sapori e i costumi della Svizzera. Permane l'idea degli spazi comunicanti, ma realizzati con materiali e modalità costruttive totalmente differenti. Il progetto del padiglione colpisce per il rigore e le possibilità spaziali offerte dall'articolazione di elementi tutto sommato molto semplici, organizzati in modo modulare e seriale.

Uno degli ultimi capolavori di Zumthor è senz'altro la *Cappella* dedicata al santo *Niklaus von Flüe*, a Mechernich, in Germania, la cui realizzazione ha avuto termine nel 2007. L'edificio, un piccolo parallelepipedo alto 12 m nell'immensa distesa di verde all'interno della regione tedesca dell'Eifel, si mostra all'esterno molto scarno, liscio, mentre all'interno lo spazio prende forma dalla sagoma dei centoundici pali di legno disposti in modo da formare una costruzione che ricorda una tenda indiana. Sui tronchi è stato gettato il calcestruzzo, in 24 strati da 50 cm ognuno, e poi è stato acceso il fuoco.

La sagoma dei pali di legno bruciati caratterizza sia dal punto di vista formale che spaziale nonché materico l'interno della cappella,



rappresentando al contempo la traccia visibile e tangibile del processo costruttivo. La luce proviene da un oculo a forma di goccia posto in sommità; attraverso quest'apertura penetra anche l'acqua, che si raccoglie sul pavimento coperto di piombo. Una soluzione strutturale del tutto inusuale e fuori dagli schemi: è forse questo l'aspetto più importante che emerge in generale da tutti i progetti di Zumthor, saper misurare le proprie architetture nello spazio esterno in cui si inseriscono così come nella loro articolazione interna, sviluppando ogni volta modalità costruttive che non nascono aprioristicamente ma sempre in relazione all'idea di spazio, di materia, di colori e di suoni di cui ogni architettura, distintamente dalle altre, necessita.

La lectio doctoralis che Zumthor tiene nel 2003 a Ferrara riassume tutti i concetti e le sensazioni che l'architetto svizzero trasferisce nelle sue architetture. L'estratto riportato di seguito costituisce un momento di sintesi e al tempo stesso anticipa le tematiche affrontate nei capitoli successivi.

“Esiste la magia della musica. (...)

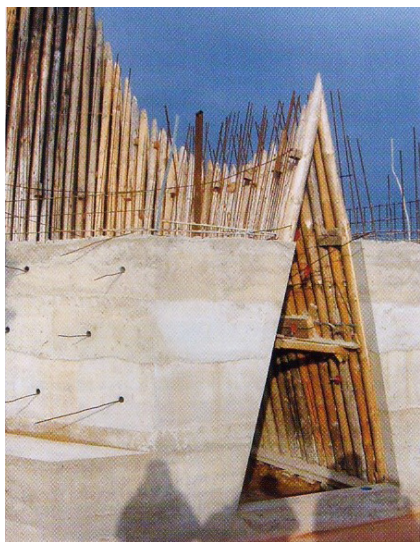
Esiste la magia della pittura e della poesia, del film,
delle parole e delle immagini,
esiste l'incanto delle idee brillanti.

Ed esiste la magia del reale, del materiale, del corporeo,
delle cose che mi circondano,

25, 26 - Padiglione della Svizzera all'Expo 2000 di Hannover (2000), Peter Zumthor: schizzo di studio e particolari della struttura in legno.

27 - Terme di Vals (1996), Peter Zumthor: schizzo di studio.





28, 29 - Cappella di San Nicola de Flue (2007), Peter Zumthor: immagine di cantiere e modello di studio dell'interno.

che vedo e tocco, che respiro e sento.
 (...) c'è un'interazione tra le nostre sensazioni
 e le cose che ci circondano.
 È un fenomeno con cui mi confronto in quanto architetto.
 Io lavoro sulle forme, sulle fisionomie,
 sulle presenze materiali
 che costituiscono il nostro ambiente.
 Con il mio lavoro contribuisco a creare i tratti tangibili,
 le entità fisiche dello spazio,
 che innescano le nostre emozioni.
 La magia del reale è per me quell'alchimia
 che trasforma le sostanze materiali in sensazioni umane,
 quel momento particolare di appropriazione emotiva
 o di trasformazione della materia e della forma
 presenti nello spazio architettonico. (...)
 Ci sono edifici o complessi edilizi piccoli e grandi,
 imponenti e importanti, che mi fanno sentire piccolo,
 che mi opprimono,
 che mi escludono, mi respingono.
 Ma ci sono anche edifici o complessi, piccoli o enormi,
 nei quali mi sento bene,
 che mi rendono bello,
 che mi trasmettono una sensazione di dignità e libertà,
 nei quali mi trattengo volentieri,
 che uso volentieri.
 Queste opere sono la mia passione.
 Così, nel mio lavoro cerco di concepire,
 e, di conseguenza,
 di costruire, i miei edifici come corpi:
 come anatomia e pelle, come massa,
 membrana, come stoffa o involucro,
 tela, velluto, seta e acciaio scintillante. (...)
 Mi piace l'idea di disporre le strutture interne dei miei edifici
 in sequenze di spazi che ci guidano,
 ma anche che ci lasciano liberi e ci seducono.
 Ed il gioco con il metro dell'architettura,
 il lavoro sulle giuste dimensioni delle cose,
 è guidato dal desiderio di ottenere diversi gradi di intimità,
 varie sfumature di vicinanza e distanza,

e per me è un piacere far illuminare
dal sole materiali lucidi e opachi,
superfici e spigoli, e creare masse profonde
e gradazioni d'ombra e oscurità,
con tutta la loro carica misteriosa,
al fine di enfatizzare la magia della luce sulle cose.
Fino a quando non risulta tutto alla perfezione.”⁵²

Note

¹ cfr. Christian Kerez, *Sul concetto di struttura in architettura*, in *Domus* 979, aprile 2014.

² Vitruvio Pollione, *Architettura* (dai libri I-VII), Introduzione di Stefano Maggi - Testo critico, traduzione e commento di Silvio Ferri - Testo latino a fronte, Quinta edizione BUR Rizzoli, Milano 2010, p. 152.

³ Cesare Brandi, *Struttura e architettura*, Einaudi editore, Torino 1967, p. 14. L'espressione è tratta dal *De bello civili* di Cesare.

⁴ Vitruvio Pollione, *Architettura...op. cit.*, p. 115.

⁵ Il taccuino redatto dall'architetto francese Villard de Honnecourte, il *Livre de portraiture*, è oggi conservato presso la Bibliothèque Nationale de France e si compone di 33 fogli di pergamena, probabilmente gli originali erano in numero superiore.

⁶ Leon Battista Alberti, *De re edificatoria*, terzo libro, in Ludovico Quaroni, *Progettare un edificio Otto lezioni di architettura*, a cura di Gabriella Esposito Quaroni, Edizioni Kappa, Roma 2001, pp. 50-51.

⁷ *ibidem* pp. 50-51

⁸ Cesare Brandi, *Struttura e architettura...op. cit.*, pp. 14-15.

⁹ Herbert Spencer (1820 - 1903), filosofo britannico, fondatore di una teoria generale del progresso umano e dell'evoluzione cosmica e biologica che egli inquadra all'interno di un Sistema di filosofia, identifica la struttura con l'organizzazione sociale.

¹⁰ Lewis Henry Morgan (1818 - 1881), antropologo statunitense. Di formazione giuridica come gran parte dei pensatori dell'evoluzionismo sociale dell'Ottocento, Morgan è considerato uno dei fondatori dell'antropologia sociale ed il vero iniziatore dello studio antropologico dei sistemi di parentela; è a partire dai differenti tipi di struttura di parentela che egli arriva a classificare le diverse società.

¹¹ Ferdinand de Saussure (1857 - 1913), linguista svizzero. È considerato il fondatore della linguistica moderna, in particolare di quella branca conosciuta con il nome di strutturalismo. Saussure intende il linguaggio (langage) come potenzialità universale di sviluppare un sistema di segni. La linguistica si definisce "strutturale" perché la determinazione del valore o dell'identità del segno, nel duplice aspetto fonico e concettuale, parte dal presupposto che esista la totalità del sistema linguistico.

¹² cfr. Julien Ries, *Il mito e il suo significato*, Jaca Book, Milano 2005, p. 185.

¹³ Nozione di "struttura", in Umberto Eco, *La struttura assente La ricerca semiotica e il metodo strutturale*, Bompiani, settima edizione, Bologna 2008, *Il Segnale e il Senso*, p. 42.

¹⁴ cfr. Louis Trolle Hjelmslev, *Essais linguistiques*, in Massimo Prampolini (a cura di), *Saggi di linguistica generale*, introduzione di Tullio De Mauro, Parma 1981.

¹⁵ Cesare Brandi, *Struttura e architettura...op. cit.*, pp. 20-21.

¹⁶ Erasmo Viola, *Teoria delle Strutture*, Volume primo, Prefazione, Pitagora editrice, Bologna 2010.

¹⁷ *ibid.* Prefazione.

¹⁸ Concetto di latenza: “Latenza è ciò che c’è, ma non si manifesta. La latenza sembra emergere dal nulla, ma di fatto è ciò che permette i processi di concettualizzazione, è la differenza che si dà tra un numero e ciò a cui può riferirsi...è la differenza, il vuoto, tra ciò che significa il numero 1 e ciò che designa una mela. Il numero 1 non ha in sé nulla a che vedere con la mela, è un’astrazione latente: è la semplice relazione tra il pensare e la cosa, tra l’astrazione e la realtà, e in questa relazione si dà la possibilità che il pensiero diventi un atto. Ecco dunque i concetti sui quali riflettere: evidenza e latenza”, in Roberto Masiero, *Nulla di Meno*, in Casabella 815-816, luglio-agosto 2012.

¹⁹ Antonino Saggio, *Louis Kahn. Bach dell’architettura*, in Domus n. 742, ottobre 1992.

²⁰ Alcune interessanti considerazioni in merito alla questione dello spazio sono affrontate in Ludovico Quaroni, *Progettare un edificio...op. cit.*, p. 96-100.

²¹ Rudolf Arnheim, *Art and visual perception: a psychology of the creative eye*, University of California press, Berkeley and Los Angeles, 1954, tr. it. di Gillo Dorfles, *Arte e percezione visiva*, Feltrinelli, venticinquesima edizione, Milano, 2011, p. 19.

²² ibidem p. 19.

²³ cfr. Ludwik Kostro, *Einstein e l’etere Relatività e teoria del campo unificato*, Edizioni Dedalo, Bari, 2001. Da consultare a rigurado, il testo di Max Jammer, *Storia del concetto di spazio*, con premessa di Albert Einstein, Feltrinelli, Milano 1966.

²⁴ Martin Heidegger, *L’arte e lo spazio*, Il melangolo, Genova 1997.

²⁵ Martin Heidegger, *Saggi e discorsi*, a cura di Gianni Vattimo, edizione integrale commentata, Mursia, Milano 1976, p. 96.

²⁶ ibid. p. 96.

²⁷ ibid. p. 98.

²⁸ Eduardo Torroja, *La concezione strutturale*, UTET, Torino, 1966, capitolo I, *Impostazione generale del problema*, p. 3

²⁹ Il testo di Torroja viene pubblicato per la prima volta in Spagna nel 1957, l’anno successivo negli Stati Uniti, in Italia nel 1966. Riscuote subito grande successo sia per i solidi contenuti che per la chiarezza di linguaggio, che fanno di questo libro ancora oggi una straordinaria fonte di riflessione nel campo della progettazione strutturale.

³⁰ Franco Levi, nella Prefazione al testo *La concezione strutturale* di Torroja scrive che, “pur nella sua forma non definitiva, *Razon y Ser* (titolo dell’edizione spagnola) reca un contributo decisivo all’impostazione di una moderna filosofia strutturale”; un libro in cui l’ingegnere iberico “ha condensato la sua straordinaria esperienza di studioso, di costruttore, di artista e di uomo di pensiero”, e nel quale “l’esposizione logica s’intreccia con le interpretazioni intuitive, le considerazioni d’indole estetica con le valutazioni morali o con le espressioni del più equilibrato buon senso”. Franco Levi e sua moglie si sono occupati della traduzione in italiano del testo spagnolo.

³¹ Pierluigi Nervi, *Costruire correttamente*, seconda edizione riveduta ed ampliata, Hoepli, Milano 2010, p.1.

³² ibid. p. 15.

³³ ibid. p. 1.

- ³⁴ Martin Heidegger, *La questione della tecnica*, in *Saggi e discorsi...* op. cit., pp. 5-27.
- ³⁵ S. Agostino, *De libero arbitrio* (2; 11, 30), in Eduardo Torroja, *La concezione...op. cit.*, p. XIV.
- ³⁶ Eduardo Torroja, *La concezione...op. cit.*, *Logica ed intuito nella concezione strutturale*.
- ³⁷ Fernando Espuelas, *Il Vuoto Riflessioni sullo spazio in architettura*, Barcellona 1999, traduzione e cura di Bruno Melotto, Marinotti Edizioni, Milano, 2004, 8. *Lo spazio universale*, pp. 149-167.
- ³⁸ Alois Riegl, *Arte Tardoromana*, Vienna 1901, Torino 1959, in Ludovico Quaroni, *Progettare un edificio...op. cit.*, pp. 96-97.
- ³⁹ L'espressione è tratta da *Le diverse età dello spazio* (quarto capitolo, p. 53), in Bruno Zevi, *Saper vedere l'architettura*, Piccola Biblioteca Einaudi, Torino, 2009. Come suggerisce il sottotitolo, *Saggio sull'interpretazione spaziale dell'architettura*, questo testo offre una lettura critica delle caratteristiche spaziali dell'architettura, affrontando i temi della rappresentazione dello spazio, della comprensione dei rapporti spaziali esistenti in diverse tipologie di edifici, tentando di fornire e promuovere una sorta di educazione all'architettura valida per tutti.
- ⁴⁰ Silvia Ronchey, Tommaso Braccini, *Il romanzo di Costantinopoli Guida letteraria alla Roma d'Oriente*, Einaudi, Torino 2010, III Santa Sofia.
- ⁴¹ ibid. p. 164, da *Voyage from Liverpool to Constantinople* (November 15th – December 19th 1856), in H. Melville, *Diaries*, texts recise with historical note and annotations by H. C. Horsford with L. Horth, Northwestern University Press – Newberry Library, Evanston – Chicago 1989, pp. 59,67).
- ⁴² Salvatore Di Pasquale, *L'arte del costruire Tra conoscenza e scienza*, Marsilio, Venezia 1996, pp. 432-33. A confronto testo in lingua madre e traduzione in italiano da *Entretiens sur l'Architecture*, Paris, Morel, 1863-72, VII conversazione, pp. 266-67.
- ⁴³ Cesare Brandi, *Struttura e architettura...op. cit.*, p.184.
- ⁴⁴ Alfredo Zappa, *Cemento, storia, metamorfosi recenti*, in Casabella n. 818, ottobre 2012.
- ⁴⁵ Joseph Rosa, *KAHN*, Taschen, Germania 2007, edizione italiana a cura di Rossella Botti, Modena, p.8
- ⁴⁶ ibid. p. 9, da William J. R. Curtis, *L'architettura moderna dal 1900*, trad. it., Mondadori, Milano 1999.
- ⁴⁷ Maria Bonaiti, *LOUIS I. KAHN 1901-1974*, Electa, Milano 2012, *Abitare rovine*, pp. 180-225. L'autrice si riferisce al Kimbell Art Museum (1966-72), un'eccezionale opera di perfezione strutturale e di estetica insieme, in cui Kahn utilizza volte sottili in calcestruzzo forate per tutta la lunghezza da lucernari che lasciano penetrare una luce diffusa; le soluzioni di dettaglio, negli attacchi e nei passaggi tra la struttura verticale e le superfici cicloidali sono assolutamente impeccabili.
- ⁴⁸ Ludwig Hilberseimer, *Mies van der Rohe*, Città Studi Edizioni, Torino 2003, p.12. L'edizione italiana è a cura di Antonio Monestiroli, che aggiunge al testo originale una prefazione intitolata *Le forme e il tempo*.
- ⁴⁹ ibid. p.12. L'espressione è tratta da Werner Blaser, *Mies van der Rohe*, Lehere und Schule, Basel 1977.
- ⁵⁰ Ludwig Hilberseimer, *Mies van der Rohe...op. cit.*, p.18.

⁵¹ Peter Zumthor, *Pensare architettura*, Mondadori Electa, Milano 2003, *Il nocciolo duro della bellezza* 1991, p. 21.

⁵² Peter Zumthor, *La magia del reale*, in Casabella n. 747, settembre 2006. Il testo è tratto dalla Lectio Doctoralis tenuta da Zumthor il 10 dicembre 2003 in occasione del conferimento della Laurea honoris causa in Architettura dall'Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura.

CAPITOLO SECONDO

Il Disegno delle Tensioni

*“Quando guardo la lampada posta sul tavolo,
io le attribuisco non solo le qualità visibili dal mio posto,
ma anche quelle che il camino,
i muri, il tavolo possono ‘vedere’,
la parte posteriore della lampada
non è se non la parte che ‘mostra’ al camino.*

*Io posso quindi vedere gli oggetti in quanto
gli oggetti formano un sistema o un mondo,
e ciascuno di essi dispone degli altri
attorno a sé come spettatori
dei suoi aspetti nascosti
a garanzia della loro permanenza.”*

Maurice Merleau-Ponty, Il Corpo,
Fenomenologia della percezione

Il *Disegno delle Tensioni* vuole avere una duplice interpretazione.

Da un lato, tensione intesa dal punto di vista statico come lo stato delle forze che si trasmettono all'interno di un corpo, a seguito dell'equilibrio tra il sistema di forze attivo e le reazioni che la struttura produce; dall'altro, tensione in quanto energia, relazione visiva, percettiva, spaziale, che si stabilisce tra soggetto ed oggetto, una tensione generatrice di sensazioni che influenzano i nostri pensieri e le nostre azioni nello spazio.

Nel primo caso, l'individuazione del regime tensionale passa inevitabilmente attraverso il disegno della struttura, ovvero mediante la discretizzazione degli elementi che compongono il sistema strutturale, nell'obiettivo di comprenderne il funzionamento globale. Questo processo può essere più o meno rivelatore a seconda che ci sia o meno una esatta coincidenza tra l'organismo architettonico e la sua struttura portante.

2.1 Alcune definizioni di tensione

L'etimologia del termine tensione è legata al verbo tendere, ed indica nella sua accezione più generale l'azione del tendere e lo stato di ciò che è teso. Nella fisica il concetto di tensione è rivolto alle forze di trazione, che si oppongono alle azioni di compressione, secondo il principio di azione – reazione.

Nella meccanica dei continui, la tensione rappresenta una forza esercitata su una unità di superficie (principio delle sezioni di Eulero e principio delle tensioni di Cauchy). In particolare:

La tensione interna, o sollecitazione interna, o anche sforzo, è una misura delle forze di contatto esercitate tra le parti interne di un corpo continuo tridimensionale attraverso la relativa superficie di separazione (modello continuo di Cauchy). Essa è definita come la forza di contatto per unità di area, cioè è il limite del rapporto tra la forza agente e l'area della superficie su cui agisce. In questo senso, è importante la configurazione formale della porzione di superficie su cui la forza agisce.

Il principio della tensione enunciato da Cauchy, quindi, sostanzialmente ci dice che su qualunque superficie orientata e regolare di separazione di una parte di un corpo da un'altra, esiste un campo vettoriale regolare di tensioni dovute all'azione di una parte del corpo su un'altra parte dello stesso corpo¹.

In realtà, l'esistenza delle tensioni è affermata in maniera assiomatica. Problematica risulta la giustificazione di tale assunzione con argomentazioni

di natura fisica, mediante una sua verifica con dati sperimentali: infatti, essendo relativa a punti interni del corpo, è impossibile operare realmente dei tagli per poi misurare sulla superficie di taglio il valore della tensione, in quanto l'operazione di taglio altererebbe in modo considerevole lo stato tensionale che si intenderebbe misurare. Si può pertanto soltanto affermare che “la definizione delle tensioni rappresenta una ipotesi ragionevole sulla natura del continuo e che la giustificazione di tale asserto è da ricercarsi nel valore metodologico del concetto di tensione: riesce ormai chiaro come questo esprima puramente un costrutto o un modello mentale la cui invenzione è confortata dai proficui risultati ai quali si perviene col metodo su esso fondato”².

Dunque, nella scienza delle costruzioni, che trova applicazioni e verifiche nella tecnica delle costruzioni, gli stati tensionali interni ad un elemento strutturale (dipendenti dalla geometria e dal regime di carico) rappresentano di fatto le sollecitazioni della struttura, che bilanciano le azioni esterne, al fine di raggiungere una condizione di equilibrio.

Nelle arti figurative, in modo particolare in pittura, si può parlare di tensione come relazione tra gli elementi che fanno parte della raffigurazione pittorica, i pesi della composizione, e tensione in termini di rapporti visivi e spaziali che intercorrono tra soggetto che osserva ed oggetto indagato, tensione – propensione. All'interno del processo figurativo, poi, gli aspetti tensionali sono anche legati alla genesi delle forme, risultato di una volontà di tensione, un'azione di moto, in due e tre dimensioni.

2.2 La tensione all'interno di un corpo

Quando parliamo di tensione in riferimento ad una struttura, ci si riferisce generalmente allo stato interno delle sollecitazioni, che si manifesta in maniera differente a seconda della geometria, del materiale e delle condizioni di carico. Come accennato nell'introduzione al capitolo, una riflessione sugli aspetti tensionali necessita la comprensione e la scomposizione del sistema strutturale nelle sue singole componenti e del modo in cui le ultime sono relazionate e tenute insieme, al fine di garantire un corretto funzionamento dell'intero sistema.

Riccardo Baldacci, nell'introduzione al secondo volume del testo di Scienza delle Costruzioni, in riferimento alla struttura, scrive:

“In ogni costruzione è possibile intravedere lo schema essenziale che ne rappresenta l'aspetto resistente: tale schema può riuscire più o

meno fedele al comportamento meccanico reale ma permette, sia pure approssimativamente, di concepire una costruzione nei suoi elementi fondamentali. Nasce in tal modo il concetto intuitivo di struttura nel senso corrente della parola: esso prescinde dal materiale di cui è formata una costruzione (...). Ad esempio in un ponte possiamo riconoscere facilmente l'elemento strutturale in una successione di travi rettilinee o curvilinee, (...) nel solaio di un edificio la lastra piana, nella fusoliera di un velivolo il guscio sottile. In modo più preciso definiamo come struttura un solido la cui forma particolare consenta l'analisi dello stato di tensione – deformazione in termini di caratteristiche, intese come grandezze globali o medie. (...) Nella progettazione di una costruzione due sono i termini fondamentali del problema: la sintesi che conduce alla concretizzazione di un'idea e l'analisi di tale idea nei suoi elementi costitutivi. Grosso modo a questi due aspetti, che non necessariamente devono seguire nell'ordine suddetto e che possono compenetrarsi tra loro, corrispondono due termini tipici: l'Arte e la Scienza del costruire: non ha infatti alcun senso il paradosso dialettico tra *Scienza o Arte* del costruire.”³

Ed aggiunge, sempre relativamente alla struttura, che:

“Essa dovrà, ad esempio, sopportare con tutta sicurezza le azioni affidatele, rispondere ai requisiti della sua particolare funzione, rappresentare un fatto esteticamente ed economicamente valido:

la *Meccanica delle strutture* si limita ad affrontare il primo aspetto di tale complessa questione.”⁴

Da un punto di vista meccanico, infatti, una struttura può essere definita come l'organismo costruttivo che ha il compito di assorbire le azioni cui è assoggettato durante la sua vita di progetto e trasferirle con sicurezza al terreno di fondazione. Nello svolgere questo compito, essa deve soddisfare tre condizioni di base: equilibrio, resistenza e deformabilità. I tre aspetti possono essere valutati separatamente ma molto spesso si compenetrano con grande facilità.

L'equilibrio definisce la forma della struttura, il modo in cui è vincolata a terra e i carichi che essa deve sostenere; sinteticamente, esso rappresenta il sistema di forze attive e reattive che agiscono sullo schema statico. L'equilibrio, che deve essere statico, deve assicurare l'immobilità della struttura nel suo insieme e di ciascuna delle sue parti; affinché questo accada, occorre che le condizioni di vincolo siano idonee a contrastare le azioni che agiscono sulla struttura, compreso il peso proprio dato dall'attrazione di gravità sulla massa della struttura.

La resistenza rappresenta la capacità della struttura, configurata secondo

L'equilibrio, cioè secondo lo schema statico definito, di sostenere i carichi con i diversi comportamenti virtuosi dei materiali scelti per realizzarla. La resistenza è definita dai modi di resistere dei materiali alle sollecitazioni indotte nello schema statico dai carichi da sostenere.

La deformabilità, infine, è la capacità di sostenere i carichi senza eccessive deformazioni che potrebbero rendere la struttura non utilizzabile per gli scopi e gli usi per cui è stata realizzata.

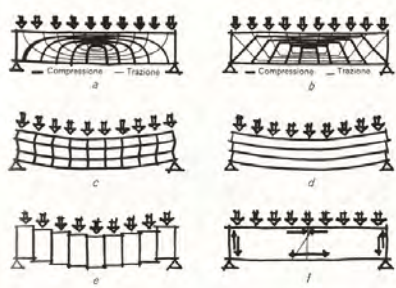
Una struttura, per poter essere valutata e risolta, viene rappresentata dallo schema statico che definisce la geometria generale, le dimensioni delle sezioni, le caratteristiche del materiale, le condizioni di vincolo e le condizioni di carico che la struttura stessa deve sopportare. Calcolare o risolvere una struttura significa essenzialmente trovare, per il sistema di forze attivo (condizioni di carico) applicato allo schema statico, il sistema di forze reattivo (le reazioni vincolari), l'andamento delle sollecitazioni in ciascuna sezione (diagrammi di momento, taglio e sforzo normale) e le deformazioni in punti significativi (spostamenti orizzontali e verticali, rotazioni).

Nel descrivere il comportamento di una struttura, numerose sono le considerazioni e le riflessioni relative agli aspetti geometrici, come la forma e le dimensioni delle sezioni, e a quelli prestazionali, in cui rientrano le caratteristiche dei materiali impiegati, nonché all'impatto ed al costo che la realizzazione di un complesso strutturale richiede. Si parla spesso infatti della funzionalità, della resistenza, delle esigenze di carattere estetico e delle limitazioni di tipo economico, ma altrettanto importante è lo studio del fenomeno tensionale. Conoscere la distribuzione interna delle tensioni può essere molto utile, sia ai fini di una corretta comprensione dei fenomeni che interessano il comportamento delle strutture, sia in termini progettuali.

Mi preme sottolineare nondimeno che non è l'aspetto puramente ed esclusivamente scientifico oggetto di interesse e che si intende approfondire; tuttavia, nell'affrontare questo argomento, che poi si traduce in termini di fruibilità, di percezione e di spazio, nonché di rappresentazione, mi sembra opportuno ricordare, seppur sinteticamente, alcuni concetti di base, esposti e trattati più dal punto di vista intuitivo-interpretativo che spiccatamente teorico.

E dunque, cosa succede all'interno di un corpo?

Abbiamo detto che le tensioni rappresentano le sollecitazioni della



1 - Plesso-tensionale di una trave uniformemente caricata e conseguente deformazione sotto l'azione dei carichi; slittamenti delle fibre longitudinali e dei conci trasversali e sforzi longitudinali di trazione e compressione.

struttura in risposta alle azioni che agiscono su di essa. Forze attive sono i carichi, verticali ed orizzontali, e tra questi il vento e le azioni sismiche possono essere molto pericolose; anche in assenza di carichi di esercizio e di condizioni atmosferiche particolari, c'è sempre da tenere presente il peso proprio della struttura. Le modalità di reazione ad un determinato regime di forze chiaramente dipendono dalla tipologia del sistema strutturale (resistenza per massa o per forma), e dal materiale di cui esso si compone, ma anche dalle dimensioni delle sezioni e dall'ampiezza delle campate libere. Lo studio del fenomeno tensionale ci dice molto sulle capacità di resistenza di un elemento strutturale e sui possibili stati di deformazione e/o di rottura.

Qualunque siano le condizioni di carico, di vincolo e le caratteristiche del materiale, avviene sempre che le forze esterne e le reazioni penetrano nel solido, si equilibrano, creando in ciascuno dei suoi elementi infinitesimi uno stato di tensione; su ciascun piano passante per un punto agisce una forza che varia di intensità e direzione col variare della giacitura del piano. Si possono individuare tre orientamenti ortogonali tra loro sui quali agiscono solo azioni normali; si può pertanto sempre ritagliare intorno a ciascun punto un cubo elementare orientato in modo che sulle sue facce agiscano solo forze normali. Dai valori di queste forze dipende se e quanto il corpo è in grado di resistere. Gli involucri di queste direzioni formano una rete di linee, chiamate isostatiche, che forniscono una buona raffigurazione del regime tensionale.

Tale plesso tensionale mostra come le forze si trasmettano nell'interno del solido, come varino in direzione e intensità, come si concentrino in talune zone più pericolose e come vadano attenuandosi nel trasmettersi dalla costruzione alla massa del terreno di fondazione.

Immaginare la struttura che si deforma sotto l'azione dei carichi cui è sottoposta è utile sia per capire lo stato di tensione del solido sia per prefigurarne le modalità di rottura.

Eduardo Torroja⁵ ci racconta che un buon maestro raccomandava agli allievi che iniziavano lo studio dei problemi tensionali di portare sempre una gomma da cancellare in tasca con disegnati sulle facce un reticolo ed una serie di circonferenze, onde poterne osservare le deformazioni. Sollecitando la gomma si vede come le circonferenze si trasformino in ellissi e come le linee inizialmente perpendicolari si trasformino in un reticolo obliquo, a meno che le direzioni del reticolo coincidano con le direzioni principali. Una buona ed intuitiva descrizione del fenomeno tensionale può essere supportata da una corretta interpretazione grafica,

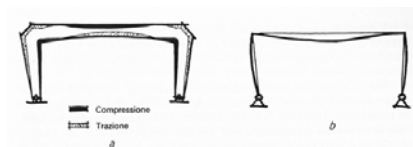
facilitando in tal modo la comunicazione e la comprensione del problema. Molto semplicemente, un segno grafico, differenziato a seconda della natura della sollecitazione, può mostrare la configurazione e l'entità delle tensioni.

Se consideriamo, ad esempio, una delle più elementari forme strutturali, la trave appoggiata e soggetta ad un carico distribuito, la rappresentazione dello stato tensionale (in figura 1 con una linea spessa sono indicati gli sforzi di compressione e con un tratto sottile le trazioni) fa capire chiaramente quello che succede alle fibre superiori ed inferiori del solido trave: le prime sono soggette a compressione, mentre quelle della parte inferiore si tendono, per effetto della deformazione causata dal carico distribuito, il quale, facendo pressione all'estradosso della trave, genera trazione nelle fibre inferiori. Di conseguenza, il disegno del regime tensionale della trave ci informa anche della geometria stessa della trave.

Una eccessiva deformazione può condurre alla rottura; le caratteristiche del materiale incidono fortemente su questo aspetto, così come la configurazione geometrica può determinare, in maniera maggiore o minore, problematiche diverse, legate all'equilibrio ed alla resistenza stessa del manufatto. Nello studio delle tensioni, oltre ai problemi inerenti le deformazioni, vanno infatti valutati anche altri fattori che dipendono sostanzialmente dalle connotazioni geometriche della struttura, come ad esempio l'instabilità, che interessa in modo particolare pilastri o travi incastrate e libere all'estremo opposto.

Nell'analisi del problema, occorre che la configurazione tensionale soddisfi anche le leggi della stabilità, elastica o plastica a seconda del materiale. Questo pericolo aumenta molto come sappiamo con la snellezza degli elementi strutturali ed è fondamentalmente legato all'inflessione laterale. Generalmente la soluzione reale viene individuata esprimendo la condizione che il lavoro che compiono le forze, per effetto degli spostamenti dati dalla deformazione, sia minimo. In questo caso l'analisi della configurazione deformata assume notevole rilievo. La raffigurazione delle zone più sollecitate può anche infatti essere affiancata dal tracciato della deformata che una struttura assume a seguito dell'applicazione dei carichi; valutando, in tal modo, sollecitazioni e deformazioni (spostamenti e rotazioni), si riesce ad individuare intuitivamente e qualitativamente, perlomeno nel caso di elementi semplici, il comportamento globale di un organismo strutturale.

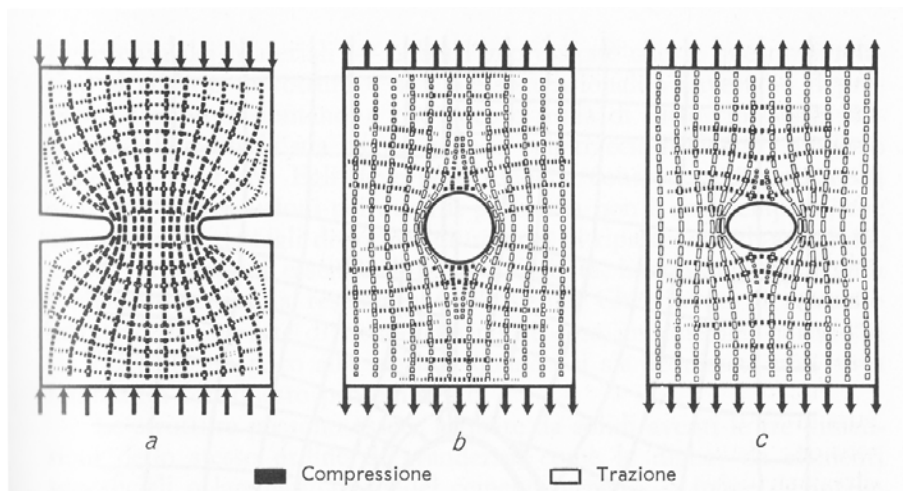
Dunque, così come a partire dal modello geometrico posso calcolare ed intuire le tensioni e le deformazioni proprie di una struttura, viceversa,



2 - Rappresentazione delle sollecitazioni di compressione e di trazione e tracciato della deformata di una struttura a portale.

3 - Plesso-tensionale di una piastra soggetta a compressione e a trazione, con presenza di fori di forma differente.

4 - Tensioni principali 11 e 22, contour e vettori, di una piastra rettangolare tesa. I modelli in figura 4, 5 e 6 sono stati elaborati in un programma di calcolo ad elementi finiti.



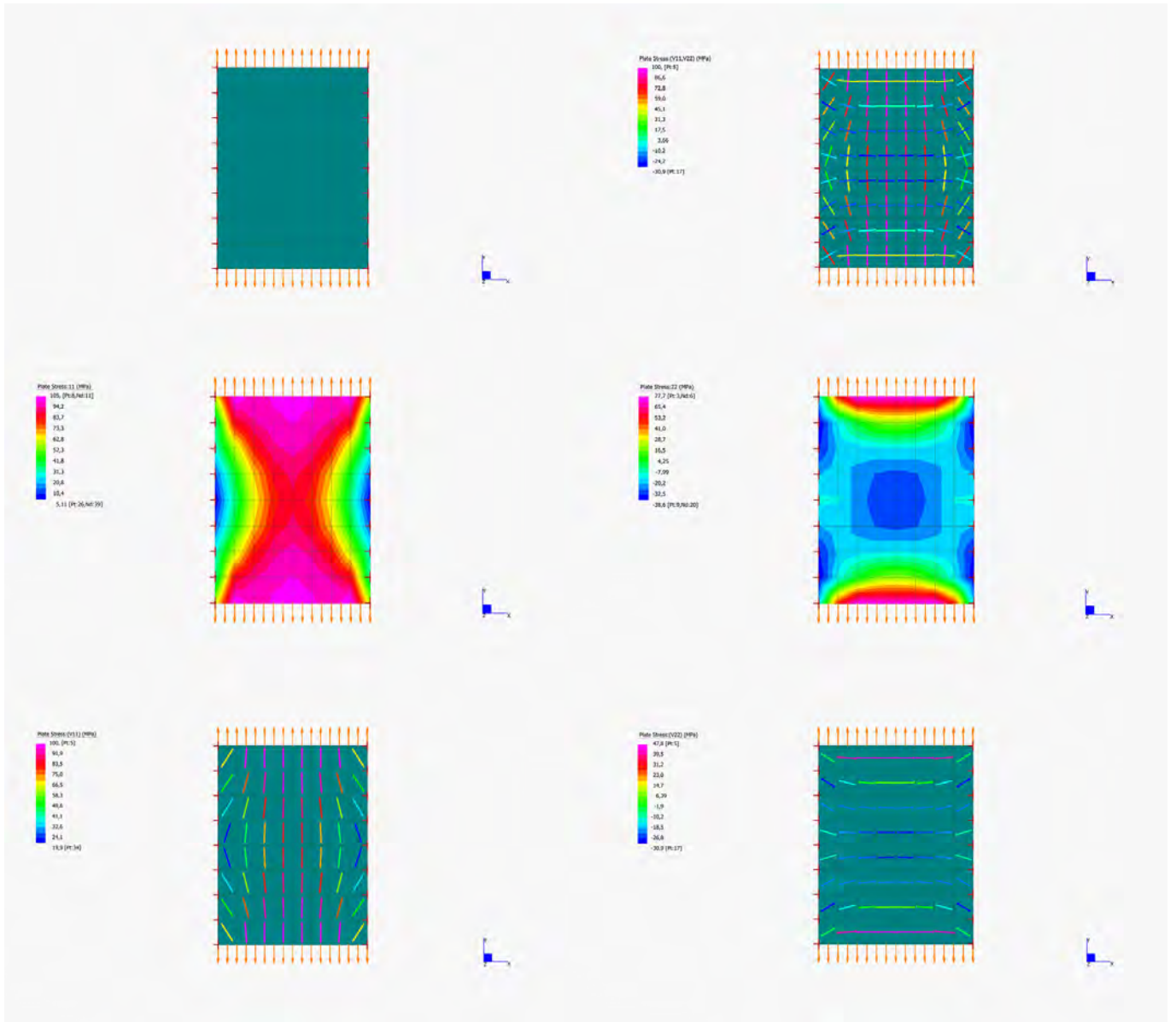
dalla rappresentazione di queste entità vettoriali si può avanzare un'ipotesi sulla configurazione geometrica dell'elemento strutturale. Questo significa, molto semplicemente, che i due aspetti della sintesi grafica e dell'osservazione della realtà, che hanno come scopo la conoscenza, nel senso più ampio del termine, sono reciprocamente connessi.

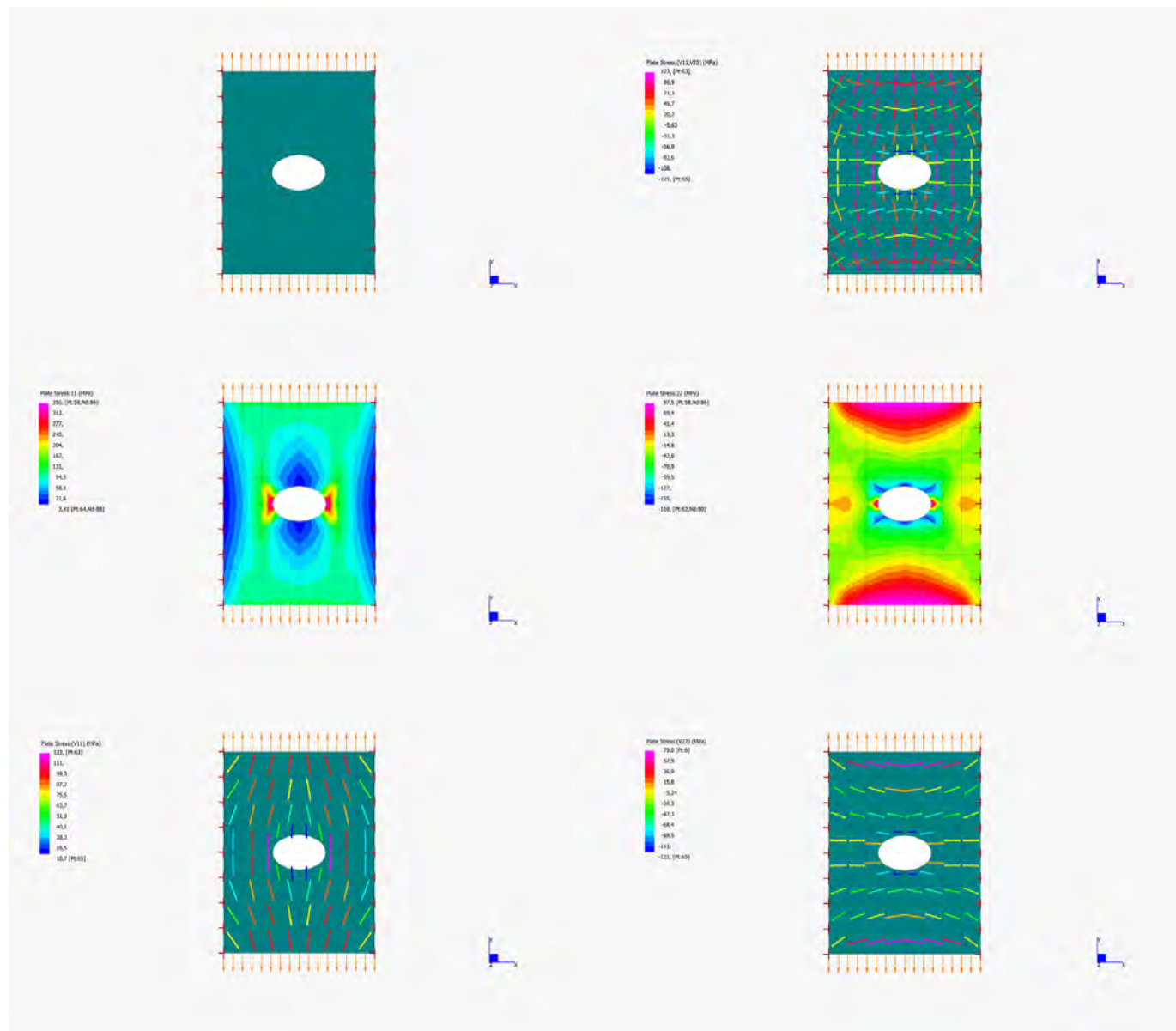
Il disegno delle tensioni ci restituisce così la forza espressiva di una struttura; questa forza è tanto più evidente, quanto più la struttura sia essa stessa in evidenza. In altri casi, la forza dell'energia che si sprigiona dall'interno del corpo, in maniera più o meno forte, può essere legata alla configurazione formale degli elementi strutturali, ed al suo livello di complessità e di articolazione.

Ad esempio, una piastra forata soggetta a trazione, avrà un valore tensionale molto più elevato lungo la superficie del foro, oltre all'insorgere di trazioni trasversali, che non si sarebbero generate se la piastra fosse stata priva di fessure; a seconda poi della forma del foro, si avrà un incremento di tensione tanto maggiore quanto più l'intaglio sarà appuntito. È qui che si concentra l'attenzione visiva, lungo la superficie di taglio, ovvero, in corrispondenza dell'aumento delle tensioni.

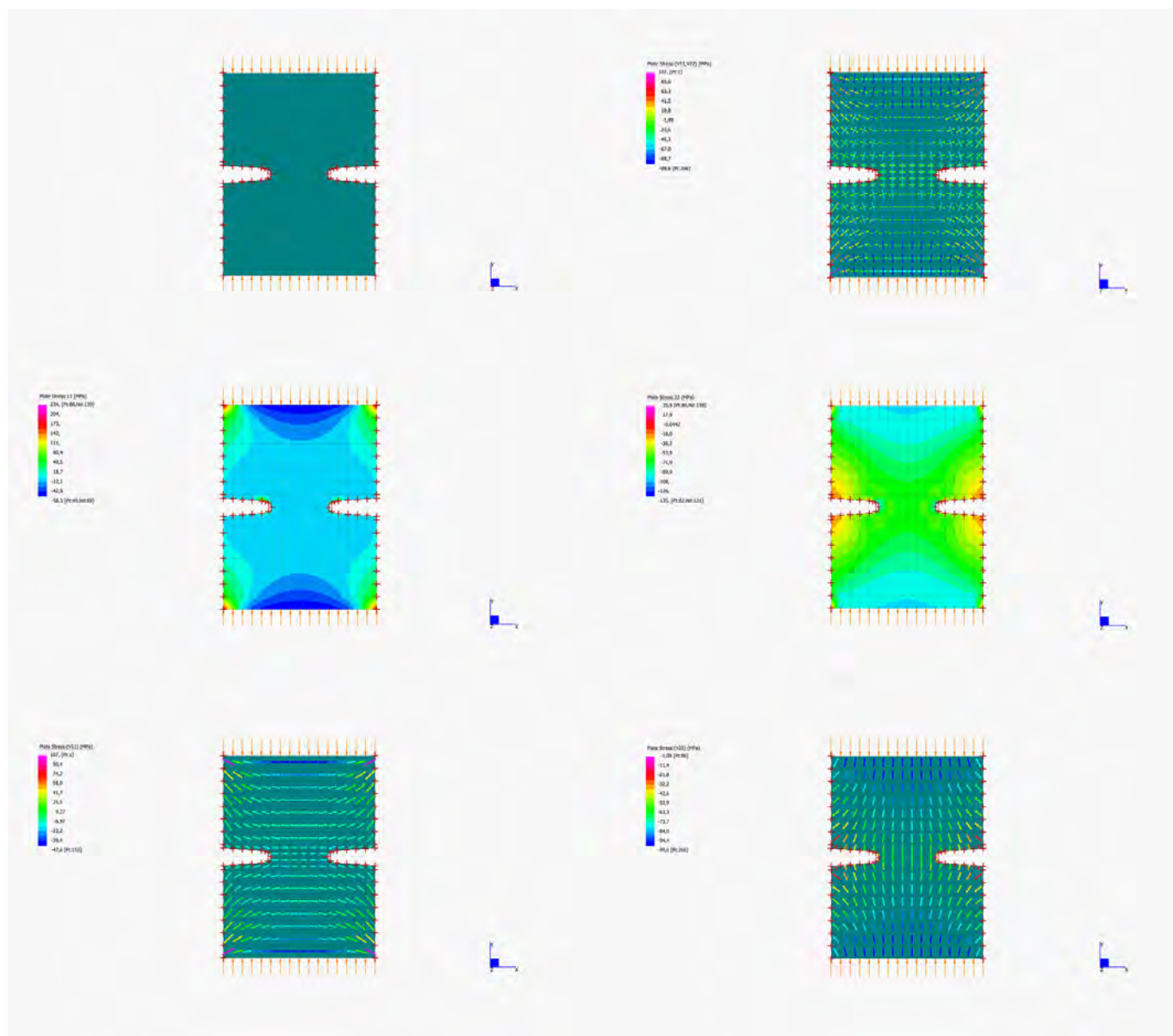
Questo piccolo esempio mostra dunque come la presenza di una discontinuità (il foro) all'interno della regolarità geometrica dell'insieme (la piastra rettangolare), determini una concentrazione ed una attrazione verso il luogo che rappresenta un'interruzione ed un cambiamento della forma, e che coincide con l'intensificarsi delle tensioni interne.

Considerazioni simili sono state affrontate e ampiamente sviluppate dalle avanguardie artistiche del primo Novecento, in merito alla individuazione di forze tensionali supposte alla base delle raffigurazioni pittoriche.





5 - Tensioni principali 11 e 22, contour e vettori, di una piastra rettangolare forata tesa.



6 - Tensioni principali 11 e 22, contour e vettori, di una piastra rettangolare forata compressa.



7 - Paestum, Tempio di Cerere.

8 - Neue Nationalgalerie di Berlino, Mies van der Rohe: facciata principale sulla Potsdamer Strasse.



Wassily Kandinsky, Rudolf Arnheim, Paul Klee sono alcuni protagonisti del fervore artistico e culturale di quegli anni; in particolare Arnheim, in *Arte e percezione visiva*, in cui indaga il modo in cui l'uomo percepisce ciò che si presenta alla sua visione, compie un piccolo e facile esperimento: quando osserviamo una figura piana elementare, ad esempio un quadrato, all'interno della quale è stato disegnato un cerchio, cosa succede?

La presenza del cerchio cattura la nostra attenzione visiva; la posizione che il cerchio assume rispetto al quadrato in cui è contenuto e le sue caratteristiche dimensionali rapportate alle dimensioni del suo contenitore guidano poi secondo modalità differenziate la direzione dell'osservazione. Se poi inseriamo un'altra figura circolare all'interno del quadrato insorgono altre relazioni, tra i due dischi e tra ciascun disco ed il quadrato, condizioni che possono condurre ad un certo grado di ambiguità o di equilibrio⁶. In qualche modo è quello che accade alla piastra rettangolare forata, in cui l'elemento che rompe la continuità materica e geometrica della lastra diventa un punto di attrazione.

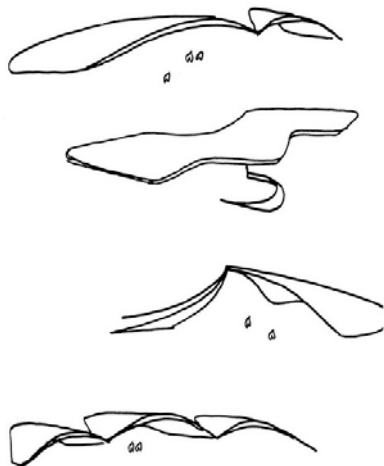
Laddove questa discontinuità non sussista, *dove si posa lo sguardo?*

Ritorniamo alle geometrie ed alle forme strutturali più elementari, la trave ed il pilastro⁷, dalla loro unione si ottengono i sistemi trilitrici e le strutture intelaiate; il modo in cui questi elementi sono connessi influenza inevitabilmente il comportamento dell'intera struttura. Sebbene le modalità di interconnessione possano variare, anche in base al materiale impiegato, c'è una condizione comune, al di là della forma specifica delle sezioni resistenti. In questo tipo di sistemi strutturali, che sono quelli resistenti per massa, i punti di passaggio dagli elementi verticali a quelli orizzontali sono quelli che esprimono la trasmissione degli sforzi.

9, 10 - Aviorimessa a struttura geodetica e ad elementi prefabbricati, Pierluigi Nervi.



Nell'architettura classica questi punti nodali sono il capitello ed il basamento, luoghi di contatto del fusto della colonna in alto con la trabeazione e in basso con il suolo o con lo stilobate, ed è in queste parti che si concentra lo sguardo⁸, laddove avviene un cambiamento di geometria della struttura. Nell'architettura moderna, in particolare nelle strutture in cemento armato, questi passaggi sono meno evidenti. Sembrerebbe che le costruzioni in



11 - Laboratory and research facility for the Gips Union (1968), Heinz Isler.

12 - Schizzi di studio, Oscar Niemeyer.

acciaio siano, da questo punto di vista, maggiormente confrontabili con il sistema trilitrico del tempio, perché, soprattutto se la struttura è in vista, lo sono certamente anche i giunti di connessione tra i pilastri e le travi, che costituiscono al tempo stesso momenti di concentrazione e trasferimento delle azioni che ogni elemento esercita sull'altro, nonché punti di attrazione visiva.

La stessa condizione di continuità propria del cemento armato caratterizza in realtà in modo particolare le strutture che sono in grado di resistere agli sforzi grazie alla loro configurazione spaziale e formale, sostanzialmente, quelle resistenti per forma; l'incidenza che l'adozione di un materiale può avere in questo caso è minore rispetto all'effetto prodotto dalle caratteristiche geometriche dei corpi resistenti.

Tra queste, la forma strutturale più semplice è l'arco, che rappresenta senza dubbio la più alta invenzione dell'arte classica in campo tensionale; libero o non, a seconda della presenza o meno di elementi collaboranti, l'arco manifesta lungo tutto il suo sviluppo la continuità della linea delle forze che lo attraversano⁹. Questa sensazione di continuità, che è poi una continuità sia visiva che spaziale, si acuisce nei sistemi voltati, laddove la presenza in superficie delle linee strutturali rende ancor più manifesta la forza espressiva degli sforzi cui la struttura è sottoposta.

Nelle cattedrali gotiche questo compito è assolto dalle vigorose nervature delle volte a crociera, così come, ad esempio, nelle architetture metalliche o negli edifici in cemento armato tale funzione è svolta dalle travature delle grandi coperture che attraversano le superfici voltate in una, due o più direzioni, mentre, nei casi in cui la struttura non si renda manifesta, le linee delle tensioni appaiono nascoste all'interno delle cosiddette forme libere. Rientrano in quest'ultima categoria i gusci¹⁰ e le volte sottili, oggetto delle numerose sperimentazioni sul cemento armato durante tutto il corso del XX secolo, e tutte quelle architetture che sfruttano le potenzialità configurazionali di questo materiale che, a detta di Nervi, consente di "creare pietre fuse, di qualunque forma, superiori alle naturali perché capaci di resistere a tensione"¹¹, il che "ha in sé qualcosa di magico."¹²

Ciò che Nervi definisce magia è in realtà, trasposto in termini progettuali, la possibilità di ideare e realizzare architetture dalle forme più varie, variando anche all'interno della stessa struttura, consentendo in tal modo di generare una diversificata fruizione dello spazio, grazie ad un elevato livello di variabilità formale.

2.3 Disegno e conoscenza

“Conoscere è rappresentare. Rappresentare è esplorare il mondo delle realtà acquisendo la consapevolezza del mistero della loro esistenza. Rappresentare è trasfigurare, tracciare un altro universo fatto di segni, di simboli, di solchi criptici nei quali si contiene l'essenza delle verità svelate alla coscienza di colui che vede e restituisce e di colui che legge e decodifica i simulacri rappresentativi. L'atto della conoscenza è il risultato di un evento complesso che deriva da un mutamento della realtà osservata proiettata in una spazialità parallela in cui si innesta l'esperienza e la qualità culturale del processo di ri-presentazione, mediante una traslitterazione segnica che simultaneamente propone una sintesi e genera un nuovo modello figurativo.”¹³

Prima della scienza, prima dell'acquisizione e della sistematizzazione consapevole del sapere, esiste nell'uomo l'esigenza istintuale di scoprire la realtà, sia attraverso l'esperienza sensibile, che restituisce un contatto corporeo con la sfera del reale, che mediante la comprensione razionale che avviene a livello concettuale. “Guardare ed interrogare senza preconcetti ciò che si offre al nostro sguardo”¹⁴ è per Berger l'origine del processo di scoperta. Questo complesso atto, che esige un'attenzione continua e oscillante tra l'attività empirica e la rielaborazione intellettuale, vede la sua radice esplorativa nel disegno, “insostituibile momento esplicativo ed evento di ‘scambio’ della conoscenza; (...) nella differenziazione delle sue modalità rappresentative, e in una dimensione di completa autonomia.”¹⁵ Il disegno, che presuppone un'operazione di astrazione, attuando in termini segnici quel processo di disvelamento della realtà che inizia col vedere, si mostra così come “primo esito della capacità di far emergere schemi concettuali dall'esperienza sensibile e, quindi, strumento di chiarificazione del rapporto dell'uomo con il mondo.”¹⁶

In fondo, tutto ciò che ha sempre stimolato e tormentato i pensieri e le azioni dell'uomo è la ricerca della verità, conoscere la realtà che ci circonda, sebbene “tutto ciò che sappiamo della realtà (e questa comprende anche

noi, il mondo chiaro della nostra coscienza e quello torbido e crepuscolare dell'inconscio) ci è dato nell'alternativa tormentosa¹⁷ della contraddizione “tra la consapevolezza dell'angosciosa incertezza del tutto e la nostra insopprimibile coscienza di esistere, e di esistere in un tempo, in uno spazio, in un mondo”¹⁸. Tentare di governare questa incertezza è il fine primo e ultimo della conoscenza¹⁹.

La forma più elementare di conoscenza è la visione. Quando osserviamo un oggetto, noi lo vediamo, vediamo dove è collocato, ne riconosciamo la forma e approssimativamente le dimensioni, il colore, noi lo vediamo perché ci è dinanzi, ed è ad una certa distanza da noi, e lo stesso oggetto è ad una certa distanza da altri oggetti. La visione ci restituisce delle immagini, delle porzioni di realtà, non la realtà intera, e può procedere per gradi, affermando in tal modo il suo carattere di conquista attiva e continua.

Ciò che vediamo, quando vediamo, sono alcune caratteristiche preminenti di un oggetto, ognuno ne afferra alcune connotazioni specifiche, e a volte basta ri-conoscere e selezionare pochi segni che “non soltanto sono sufficienti a permettere l'identificazione, ma provocano persino l'impressione di rappresentare la completa e reale cosa in questione”²⁰. La percezione lavora basandosi principalmente su schemi bidimensionali semplici, cosicché anche l'immagine attraverso cui il reale prende forma nella nostra mente, cerca schemi semplici da comunicare. Gli studi sulle capacità percettive dell'essere umano hanno dimostrato che nello sviluppo dell'organismo la percezione afferra prima di tutto le configurazioni strutturali particolarmente evidenti, secondo il principio che gli psicologi definiscono della ‘generalizzazione’, e che fondamentalmente agisce per comparazione ed analogia tra elementi noti. Il riconoscimento di queste forme essenziali, che costituiscono i dati primari della percezione, deriva da un'esperienza diretta e non da un processo astrattivo intellettuale ipotizzabile soltanto per soggetti capaci di formulare dei concetti a seguito della registrazione di casi individuali; l'atto del percepire non è operazione intellettuale, ed ogni esperienza visiva varia sia in base al contesto spaziale in cui essa avviene che alla storia del soggetto che avvia il processo percettivo. Non esiste infatti un'unica immagine riproponibile, “non possono che esistere più conoscenze, più ricostruzioni, più storie possibili”²¹ relative allo stesso oggetto; questo elevato grado di possibilità rielaborative, nonché cognitive, deriva così da vari fattori, essendo legato alle conoscenze pregresse che ogni individuo conserva all'interno della propria memoria, alle capacità interpretative e creative di ognuno di noi,

finanche al sostrato culturale dal quale provengono le conoscenze acquisite nel tempo.

Dunque, per dirla con Lynch, “ogni individuo crea e porta con sé un’immagine che gli è propria”²², e che ognuno restituisce in un modo che gli è proprio. L’atto del disegnare riproduce questa singolare immagine o le molteplici immagini che la mente rielabora, riconoscendo quei ‘pochi segni’ che servono per rappresentare, sempre con una certa dose di interpretazione, quelle informazioni che appartengono all’oggetto della visione, sintetizzando, all’interno di un processo astrattivo e in ‘un universo parallelo fatto di segni’, il risultato dell’esperienza della visione.

Ed è così che “la capacità esplorativa diventa straordinaria, l’interpretazione misura sempre più l’essenza delle cose e fornisce, mediante le modalità rappresentative, elementi significativi per la comprensione di ciò che viene analizzato e per svelare le attitudini indagative di colui che analizza.”²³

La discretizzazione della realtà, più precisamente, di piccoli pezzi di realtà, avviene sia nel campo astratto più assoluto che fa capo alla ragione, che nell’impulso gestuale che consente di imprimere quel dato segno, quella linea o quell’insieme di linee che viene a costituire un sistema altro, dotato di un proprio linguaggio e in grado di recepire e trasferire i dati che provengono dall’esterno, ma anche dall’interno della nostra capacità interpretativa.

Il disegno si rivela in tal modo nella sua duplice funzione di strumento di comunicazione e terreno di indagine esso stesso, indispensabile veicolo e luogo dell’architettura, ovvero, luogo di trasmissione e di comprensione dell’architettura, con cui si innesca lo stesso meccanismo che avviene a livello cerebrale, in base al quale si ‘generalizza’ la complessità del reale secondo schemi elementari e tra di loro confrontabili. È dimostrabile che due disegni che raffigurano lo stesso oggetto stabiliscano delle relazioni di reciproca comparabilità e similitudine di entità maggiore rispetto al rapporto che ciascuno dei due disegni instaura con la realtà stessa.

La volontà e l’esigenza di afferrare *l’altro*, pur nei limiti evidenti di questa possibilità cognitiva, si chiarifica nella capacità sostitutiva del disegno che trapassa il processo meccanicistico della mimesi a favore di una sottrazione quantitativa di informazioni, grazie alla quale riesce a conquistarne le qualità preminenti. Sono queste qualità più universalmente riconoscibili che consentono la comparazione tra due sistemi di segni che si configurano come il risultato di due operazioni di sintesi, perché queste operazioni mirano alla chiarificazione, tendono a mettere in luce ciò che, almeno apparentemente, non si rende manifesto.

Il piano della rappresentazione, sul quale proiettiamo l'immagine architettonica scomposta nei suoi elementi costitutivi e successivamente ricostituita nella appresa globalità delle sue connotazioni specifiche, si avvale di una caratteristica di immediatezza che si condensa e si esprime attraverso la semplificazione.

“La comprensione e la successiva appropriazione, il ‘possesso’ di un organismo architettonico si modulano” infatti “sulla possibilità della loro ‘riduzione’ a modelli semplici, senza che se ne tradisca la complessità concettuale, e sulla capacità di cogliere nel processo configurativo, al di là dell'apparato formale costituito, la presenza di ‘forme elementari’ alla cui riconoscibilità viene affidato il compito di inverare quella ‘risonanza empatica’ che alimenta e sostiene la comunicazione e la comprensione dell'architettura.”²⁴

Nell'etimo della parola disegno, ‘designare’, che vuol dire “scegliere dopo aver dato senso alle cose”²⁵, dunque, distinguere ed identificare, si concentra tutta l'essenza di questo passaggio continuo e fecondo dalla realtà concreta alla realtà rappresentata, e, viceversa, dalla rappresentazione alla conoscenza della realtà indagata.

Ed è così che, pur nella sua valenza simulativa²⁶, che, come abbiamo visto, comporta necessariamente una perdita di informazione²⁷, il disegno si colloca come momento di riflessione e di conquista, di apprendimento continuato della realtà. La riduzione a modello, che si basa sul criterio della semplificazione/comprendimento, vuole essere pertanto finalizzata al superamento di quello che possiamo definire il problema teorico della rappresentazione, che consiste fondamentalmente nella “messa in scena della conflittualità tra qualsiasi idea soggettiva del mondo ed il mondo stesso”²⁸.

La mano che disegna segue quanto la ragione, il pensiero, suggerisce, o meglio, quanto l'osservazione della cosa suggerisce alla mente, la quale, grazie alla sua attività rielaborativa, manifesta nel segno lo spessore dell'avvenuta conoscenza. In questa indagine esplorativa, per cui il disegno si configura come strumento di indagine e come luogo stesso dell'indagare, la riflessione che Eraclito compie riguardo all'aletheia in quanto disvelamento, quando dice che “(...) noi sappiamo troppo e crediamo troppo affrettatamente per poter prendere dimestichezza con un domandare vissuto in modo autentico. Per questo occorre la capacità di meravigliarsi di fronte a ciò che è semplice e di prender dimora in questa meraviglia”²⁹, funge da stimolo e al tempo stesso frena una possibile mendace accelerazione del processo conoscitivo. Da un lato bisogna

interrogare ciò in cui quotidianamente ci imbattiamo, perché proprio ciò che è presente rimane estraneo all'uomo, il quale, quanto più ritiene che le cose presenti siano note, tanto più esse potranno risultare ai suoi occhi e alla sua mente lontane³⁰; contestualmente, bisogna che si riconosca la semplicità, per poter ricondurre la complessità e la molteplicità del reale alla chiarezza che l'astrazione, nel trasferimento dalla cosa al pensiero³¹, e viceversa, permette.

2.4 La tensione tra oggetto e soggetto

Nel precedente capitolo è stata affrontata la questione dello spazio, distinguendo tra spazio contenitore e spazio relazionale, e spiegando che, nel secondo caso, la percezione dello spazio si verifica solo in presenza di cose percepibili e che la condizione che prediligevano i matematici classici per cui tutti gli oggetti erano collocati all'interno di un sistema di riferimento cartesiano fissato a priori e immutabile non è concepibile in un mondo in cui lo spazio, in quanto spazio creato dalle cose, interagisce con le cose stesse e con le persone che di tali cose hanno percezione. Si è fatto poi riferimento al pensiero heideggeriano circa lo spazio (ciò che è sgombrato, liberato) ed il rapporto tra lo spazio ed il costruire, laddove il costruito, nell'azione di erigere, dispone in un certo modo lo spazio, costruendo in tal modo delle relazioni tra due o più spazi. L'uomo, che 'abita' questi spazi (abitare come soggiornare presso le cose, nella dimensione dello stare), instaura così un rapporto con le cose costruite, e le specificità di questo rapporto variano a seconda delle connotazioni spaziali proprie di ogni luogo e di ogni 'costruito', e delle implicazioni di tipo percettivo – sensoriale che si manifestano in maniera differente da soggetto a soggetto.

Il filosofo francese Maurice Merleau – Ponty³² affronta la questione dello spazio insistendo in modo particolare sulla sfera della 'percezione', apertura primordiale, innata e strutturale al mondo della vita. L'analisi degli aspetti percettivi, che riconosce una dimensione corporea della coscienza, invade tutta la sua speculazione teorica, che parte dallo studio della filosofia di Husserl e Scheler³³, risentendo dell'influenza di Sartre, Simone de Beauvoir e di altri intellettuali della Parigi degli anni quaranta; la sua formazione e i suoi interessi lo avvicinano in modo considerevole al pensiero heideggeriano. Il punto di partenza è l'abbandono del dualismo cartesiano tra anima e corpo, tra coscienza e mondo. In realtà, da Cartesio,

Merleau – Ponty eredita e sviluppa l'idea del “corpo umano in quanto umano non chiuso, aperto in quanto governato dal pensiero, (...) forse la più profonda idea dell'unione dell'anima e del corpo. L'anima interviene dunque in un corpo, il quale non è un che di in sé (se lo fosse, esso sarebbe chiuso come un corpo animale) e può essere corpo e vivente – umano solo compiendosi in una “visione di sé” che è il pensiero.”³⁴

Sulla base di questa prima riflessione e soffermandosi sul concetto di intenzionalità appreso da Husserl, Merleau – Ponty arriva a superare la dicotomia idealismo – realismo, soggetto – oggetto, e la presunta ricercata priorità dell'uno sull'altro. Soggetto ed oggetto si presentano indistinti in un mondo che rappresenta il risultato delle nostre percezioni, e dove il corpo diventa il tramite attraverso cui costruire il rapporto originario con il mondo stesso. Lo studio approfondito delle modalità secondo cui si manifesta la dimensione percettiva, ovvero la fenomenologia, conduce il filosofo francese alla conclusione che il corpo proprio non è solamente una cosa, un potenziale oggetto di indagine scientifica, ma è anche la condizione necessaria dell'esperienza: il corpo costituisce l'apertura percettiva al mondo. In altre parole, il primato della percezione vuol dire un primato dell'esperienza, nel momento in cui la percezione riveste un ruolo attivo e costitutivo, presupposto di base e fondativo della sua riflessione.

La percezione, investendo nella sua globalità il soggetto – corpo, dunque l'uomo, annulla in qualche modo le frontiere tra interno ed esterno. All'interno di questa idea di spazio e corpo, di ‘corporeità’, per cui lo spazio non è “(...) l'ambito (reale o logico) in cui le cose si dispongono, ma il mezzo in virtù del quale diviene possibile la posizione delle cose”³⁵, io, che sono in relazione con esso, non sono uno spettatore che osserva lo spazio, lo spazio non è davanti a me, né dentro di me, io ne sono inglobato, ed è nell'insieme di queste relazioni che si chiarifica l'essenza del rapporto tra l'uomo e lo spazio. Anche Martin Heidegger, concorde con questa considerazione, sostiene che “dire «relazione tra uomo e spazio» fa pensare che l'uomo stia da una parte e lo spazio dall'altra. Invece lo spazio non è qualcosa che sia di fronte all'uomo. Non è né un oggetto esterno né una esperienza interiore. Non ci sono gli uomini e inoltre spazio.”³⁶

Chiarito dunque che non esiste una condizione di priorità del soggetto o dell'oggetto, che entrambi costruiscono e costituiscono lo spazio, *in che modo si esplica questo rapporto?*

Precedentemente si è detto che la forma più elementare di conoscenza è la visione³⁷, un processo di conquista attivo e continuo che può procedere per gradi e secondo modalità differenziate. Riflettendo sul concetto di

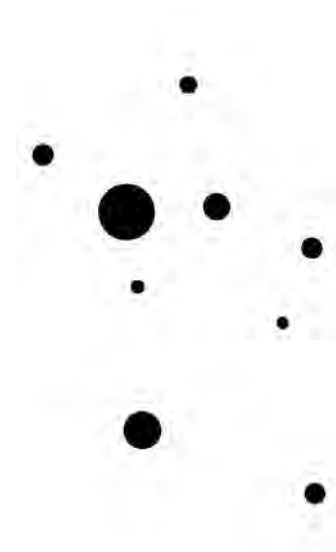
equilibrio in *Arte e percezione visiva*, Rudolf Arnheim afferma che “nessun oggetto viene percepito come unico o isolato dal resto. Vedere qualcosa significa assegnargli il suo posto nel tutto: una collocazione nello spazio, una valutazione della sua dimensione, la chiarezza, la distanza.”³⁸ Il senso di questa assegnazione, che scaturisce dall’atto del percepire tramite il vedere, non è riconducibile ad una interpretazione matematico – cartesiana, ma è rivolto alla individuazione ed alla riconoscibilità delle cose che, insieme all’uomo, compongono lo spazio.

Le esperienze compiute dalle avanguardie artistiche degli inizi del XX secolo, nonché gli studi condotti dalla psicologia sui processi mentali, cognitivi e dinamici, che si innescano nell’uomo, hanno dato un grande contributo in questa direzione, nella volontà di comprendere cos’è che guida l’apprendimento, a partire dal livello più basso ed istintivo, dalle forme di percezione più immediate e probabilmente anche più comuni.

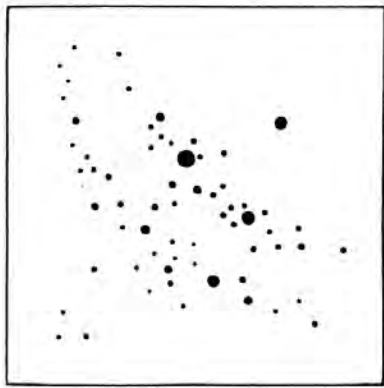
È infatti dai comportamenti e dalle reazioni più universalmente condivisibili che si può avanzare una ipotesi sui meccanismi percettivi che avvengono nel nostro sistema nervoso, ed è anche vero che esistono delle motivazioni ben precise per cui le persone percepiscono determinati aspetti in modo più o meno diretto; la psicologia della Gestalt, che si è sviluppata in Germania nei primi decenni del Novecento, ha individuato, con particolare riferimento alle percezioni visive, alcune regole di organizzazione dei dati percepiti³⁹, che sono anche utili per spiegare diverse illusioni ottiche.

Rudolf Arnheim ha applicato in un primo momento gli assunti della psicologia sperimentale al cinema, per poi estendere le sue riflessioni a tutte le arti figurative, dalla pittura alla scultura, all’architettura e al disegno. Analizzando gli schemi compositivi che stanno alla base delle pratiche pittoriche, Arnheim indaga i rapporti visivi e spaziali che intercorrono tra soggetto che osserva ed oggetto indagato. Tra i due, la maggiore o minore distanza può intensificare o indebolire la tensione che ciascuno esercita sull’altro, mentre la collocazione degli elementi all’interno del dipinto ha la funzione di indirizzare lo sguardo, di guidare i movimenti della visione. “L’oggetto della percezione umana e animale”, egli sostiene, “non è soltanto un agglomerato di cose, di colori e forme, di movimenti e dimensioni: è prima di tutto, forse, una interazione tra tensioni guidate.”⁴⁰

Questo vuol dire che esistono delle forze, percettive, capaci di creare delle relazioni tra l’oggetto dell’indagine ed il soggetto che avvia il processo percettivo - cognitivo, così come gli stessi oggetti, in virtù della loro forma, del colore e della loro collocazione reciproca, stabiliscono condizioni di vicinanza o di lontananza, di misura, di movimento o di staticità.



13 - 9 punti in ascesa (accentuazione della diagonale d-a per mezzo del peso), Wassily Kandinsky.



14 - Processo di dissoluzione (diagonale accennata d-a), Wassily Kandinsky.

I protagonisti di una raffigurazione pittorica, così come di una composizione scultorea, sono disposti in modo da raggiungere un certo equilibrio, o, eventualmente, di negare tale condizione. Forma, dimensione e posizione ne definiscono il ‘peso’, inteso non in senso fisico ma come tensione che può concentrarsi in un punto specifico della composizione o disperdersi in una situazione di quiete. Wassily Kandinsky, che è stato innanzitutto un pittore, oltre che un teorico delle arti figurative tra fine Ottocento e inizi Novecento, ha sviluppato una teoria del colore, studiando gli effetti che diversi colori possono avere sullo spettatore, da una reazione superficiale basata su sensazioni momentanee determinate dalla registrazione sulla retina di un determinato colore, ad altri tipi di effetti, che si possono definire psichici e che sono dovuti alla vibrazione spirituale attraverso cui il colore raggiunge l’anima. Kandinsky è convinto infatti che vi sia una stretta connessione tra l’opera d’arte e la dimensione spirituale.

Oltre alle teorie sul colore, egli elabora poi una lunga serie di schemi e dipinti, dove il colore non è presente, ed in cui sperimenta le svariate possibilità configurative di quelli che egli ritiene gli elementi fondamentali della forma (in *Punto Linea Superficie*⁴¹), e delle loro molteplici combinazioni e intersezioni, andando a rintracciare la struttura delle forze racchiuse negli elementi sotto forma di tensioni.

La disposizione, oltre alle connotazioni, di questi sulla ‘superficie di fondo’, così come egli definisce la superficie materiale destinata ad accogliere il contenuto dell’opera d’arte, ovvero le relazioni tra i ‘segni’ che fanno parte della composizione, possono comunicare impulsi di varia natura, tensione lirica o drammatica, sensazioni di caldo o di freddo (enfattizzate certamente dalla componente cromatica), sentimenti di rassicurante chiarezza o dubbioso squilibrio. Il corpo lancia dei segnali, ma anche gli oggetti, anche una linea, o più linee, variamente disposte, sono portatrici di un senso proprio e di un significato che noi diamo loro. John Berger direbbe, a questo proposito, che “una linea, un’area di colore, non sono davvero importanti perché registrano quel che avete visto, ma per via di quello che, a partire da lì, sarete portati a vedere”⁴²; Paul Klee parlerebbe di proposta, di possibilità, di un aiuto a comprendere ciò che ‘giace nel fondo invisibile’, convinto che l’arte possa svelare i meccanismi più profondi e nascosti della natura. E così, se è vero che una raffigurazione pittorica, nel suo costituirsi come insieme e sistema di segni, si presenta in qualche modo come “forma significativa che il destinatario umano dovrà riempire di significato”⁴³, è anche vero che ogni fenomeno potrà essere accolto dall’uomo in modi differenti.

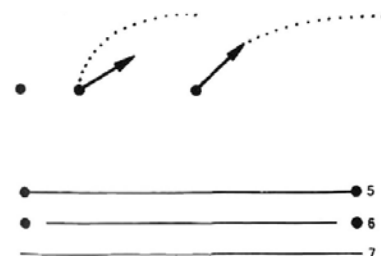
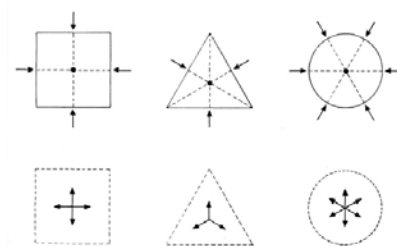
Come si legge nell'introduzione al saggio di Kandinsky, "si può osservare la strada stando dietro il vetro della finestra (...). Oppure si apre la porta: si esce dall'isolamento, ci si immerge in questa entità, vi si diventa attivi e si partecipa a questo pulsare della vita con tutti i propri sensi"⁴⁴.

Ed in questo pulsare, nell'essere partecipi e attivi, "guardando un paesaggio, la gente per strada o un qualsiasi oggetto – dal momento che il campo visivo non ha limiti definiti – possiamo dare delle cose che vediamo, della loro posizione ed estensione, solo una interpretazione spaziale basata sulla nostra propria situazione nello spazio. Valutiamo la posizione, la direzione, l'intervallo degli oggetti visti riferendoli a noi stessi."⁴⁵

Arnheim, trasponendo nello spazio i meccanismi che si innescano osservando una superficie bidimensionale, indaga il rapporto oggetto – soggetto valutando gli effetti derivanti dall'osservazione e dalla percezione di differenti tipi di forme architettoniche. L'oggetto è dunque l'architettura, lo spazio architettonico, le cui caratterizzazioni influiscono inevitabilmente sugli aspetti percettivi, e come conseguenza si ottiene una potenziale diversificazione in termini di fruizione dello spazio.

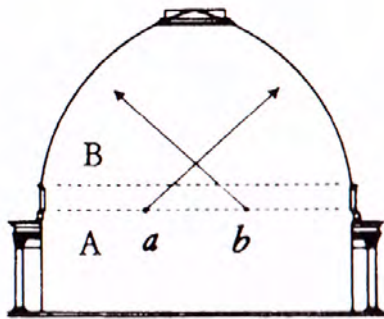
Innanzitutto, non è la maggiore o minore densità costruttiva che determina una attrazione o una reazione particolarmente forte nell'uomo, il vuoto "(...) non è semplicemente connesso all'assenza di materia. Uno spazio privo di costruzioni può essere nondimeno pervaso da forze percettive e pieno di densità, che possiamo chiamare sostanza visiva."⁴⁶ Arnheim riporta una considerazione che Paolo Portoghesi compie prendendo in prestito una frase di Albert Einstein, e riferendola alle forze visive e ai campi percettivi generati dalla presenza o meno di un'architettura: "Si ha materia quando la concentrazione dell'energia è grande, si ha campo ove la concentrazione dell'energia è più debole. Ma, se così è, la differenza tra materia e campo appare d'ordine quantitativo anziché qualitativo."⁴⁷

In realtà, ci sono forme che rendono maggiormente palese la dinamica dei campi, gli edifici a pianta circolare si espandono nell'ambiente ed è la stessa forma del cerchio a suggerire istintivamente la percezione di un campo di forze da essa generate. Tutti gli edifici, indipendentemente dalla loro forma, creano intorno a loro dei campi di forze, la cui configurazione dipende dalla forma della struttura generatrice. Anche su questo aspetto sono stati effettuati diversi studi, in modo particolare Paul Klee ha esaminato la genesi delle forme fondamentali, prima nel piano, poi nello spazio, arrivando alla conclusione che ognuna di esse è sempre frutto di una volontà di tensione; una linea è il prodotto dello spostamento di un punto che si muove per effetto di una forza.



15 - Tensioni verso le forme fondamentali, Paul Klee.

16 - Causa prima: il punto che si mette in moto, Paul Klee.



17 - Sezione della cupola di Michelangelo per San Pietro a Roma, Rudolf Arnheim.

Un arco, ad esempio, è quanto accade quando un punto si muove dalla posizione A alla posizione B e, a seconda dell'entità di questo spostamento, possiamo ottenere una forma più o meno acuta, più o meno ribassata. Proprio a proposito degli archi, ancora Arnheim, in *Arte e percezione visiva*, propone una riflessione partendo dal confronto tra la sezione di un cerchio e la sezione di una parabola: la curva circolare probabilmente apparirà più rigida della parabola, sensibilmente più dolce.

Questo deriva dalla struttura geometrica delle curve, dal fatto che il cerchio è il luogo dei punti equidistanti da un punto fisso, mentre la parabola è il luogo dei punti equidistanti da un punto, il fuoco, e da una linea retta, la direttrice. In tal modo la sezione conica presenta una curvatura visiva, mentre quella del cerchio è costante. Allo stesso modo possiamo paragonare, in architettura, un arco a tutto sesto con un arco policentrico. Prendiamo come esempio la sezione della cupola di San Pietro di Michelangelo, che è il risultato dell'unione di due curve circolari che si interrompono al centro nella lanterna; questa interruzione dà l'impressione che si tratti di una sola curva, ma non di una curva rigida come quella circolare. Il contorno globale della cupola appare così come una deviazione di un emisfero che sia stata stirata verso l'alto, il che produce un effetto di spinta verso l'alto⁴⁸. Effetti di spinta, di espansione e di compressione sono prodotti con grande enfasi dalle architetture del Borromini, del quale abbiamo già precedentemente anticipato la poetica architettonica in riferimento alla sua concezione spaziale, e di Balthasar Neumann, del quale ricordiamo la chiesa dei Quattordici Santi sul Meno. In San Carlino alle Quattro Fontane del Borromini è difficile stabilire la forma della pianta, che infatti non è generata dall'utilizzo di forme geometriche elementari chiare e/o alternate, o ritmicamente disegnate; mentre l'alzato è concepito unitariamente, compenetrando la quinta ellisse della cupola nella continuità dell'ambiente circostante. Una caratteristica delle architetture borrominiane è quella di riuscire a realizzare "una spazialità compressa e comprimente a un tempo, come un'atmosfera che aderisca strettamente all'edificio ed in cui l'edificio è sempre interno"⁴⁹. Le sue opere risultano da una "compenetrazione di corpi solidi, compenetrazione dinamica che avviene sempre per una spinta centrifuga contenuta, e spesso aggressivamente, da una spinta centripeta."⁵⁰ In sintesi, pressione esterna e spinta espansiva interna sono le tematiche principali dell'architettura di Borromini, generate spesso dall'utilizzo e dalla combinazione di forme geometriche non elementari, in grado di produrre, all'interno come all'esterno, campi di forze eccezionalmente forti e 'aggressivi', nel senso positivo del termine. In questo caso, può

aumentare in modo considerevole la tensione che si stabilisce tra l'architettura ed i suoi osservatori e fruitori. Un altro esempio è dato dalla chiesa di Neumann sul Meno: tre ovali di grandezza diversa si susseguono senza soluzione di continuità all'interno della navata, mentre due cerchi definiscono il transetto, e, per accentuare la drammaticità dello spazio, il punto focale della chiesa non è all'incrocio dei due bracci, ma nel mezzo dell'ovale centrale, dove sorge l'altare dei Quattordici Santi.

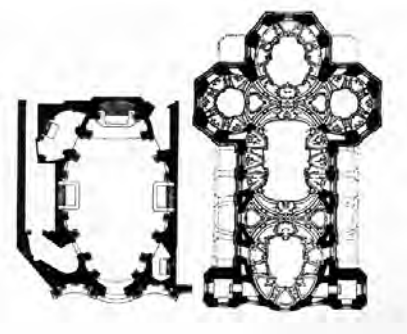
La potenziale differenziazione tra la tensione generata dalla spinta interna e quella invece prodotta dall'espansione esterna determina due condizioni tra loro complementari, concavo – convesso, pieno – cavo, il che ci fa riflettere sul rapporto che un edificio stabilisce tra lo spazio interno e lo spazio esterno.

Peter Zumthor definisce questo rapporto in termini di *tensione tra interno ed esterno*: “Mi piace incredibilmente. Mi piace che in architettura occupiamo un frammento del globo e ci costruiamo sopra una piccola scatola. E all'improvviso c'è un dentro e c'è un fuori. Essere dentro, essere fuori. Meraviglioso. E poi soglie, passaggi, un piccolo nascondiglio (...) una sensazione improvvisa di concentrazione nel momento in cui questa membrana di punto in bianco ci sta intorno, e ci raccoglie, e ci contiene, molti di noi o una sola persona.”⁵¹

Sia sotto il profilo pratico che percettivo, chiaramente, non possiamo essere contemporaneamente sia dentro che fuori, non possiamo abbracciare la totalità dell'esterno e dell'interno insieme, e spesso interno ed esterno seguono logiche diverse. Ci sono costruzioni introverse, che non lasciano intravedere la spazialità che risiede al loro interno, come alcune architetture di Kahn (es. la Yale University Art Gallery, la Exeter Library) o dello stesso Zumthor (es. la cappella di San Nicola, l'intervento al Kolumba Museum), altre che si sviluppano proprio volutamente dall'interno verso l'esterno, come le case di Adolf Loos, e quelle che vi si integrano e che cercano un forte contatto con l'ambiente circostante.

Uno zoologo svizzero, Adolf Portmann, studiando la conformazione degli esseri animali, ha osservato che c'è una differenza tra le formazioni interne dei corpi e quelle esterne. “Internamente, quel che governa è l'esigenza di spazio.”⁵² Ed aggiunge, “si ricorre a tutti i mezzi per allargare la superficie, e lo spazio interno viene sfruttato il più possibile, proprio come facciamo noi quando riempiamo una valigia (...).”⁵³ L'esterno, invece, è in genere simmetrico, come nell'uomo, denso al suo interno di organi variamente distribuiti.

Il rapporto che un'architettura stabilisce tra il suo spazio interno e



18, 19, 20 - Chiesa di San Carlino alle Quattro Fontane, Francesco Borromini e Chiesa dei Quattordici Santi sul Meno, Balthasar Neumann: piante e viste della spazialità interna.

l'esterno dipende molto dal modo di concepire lo spazio, che, come vedremo in seguito, è legato anche alle radici culturali da cui muove una data architettura⁵⁴.

Un altro aspetto, infine, legato più che altro al rapporto che un edificio instaura con l'ambiente esterno riguarda lo sviluppo di un'architettura, e anche questo condiziona la percezione che essa produce nell'osservatore – fruitore, determinando sentimenti di maggiore o minore distanza, sia visiva che corporea. Gli edifici che si sviluppano in orizzontale, determinando una condizione di parallelismo con il suolo su cui giacciono, trasmettono effettivamente la sensazione di appartenenza al terreno, risultano ad esso ancorati e si adeguano facilmente al paesaggio; questo tipo di architettura appare dotato di un peso molto leggero, non preme verso il basso, come se non fosse soggetto alla forza di gravità. Diversamente avviene per gli edifici che hanno uno sviluppo verticale e che quindi si ergono dal suolo prediligendo la verticalità, si staccano dalla linea di terra, o vi penetrano all'interno, soprattutto se non dotati di un basamento che li slanci (Arnheim paragona il Tempietto di San Pietro in Montorio di Bramante con il Battistero di Pisa: il primo staccato dal suolo grazie ad un basamento gradinato che bilancia il peso della cupola; il secondo, invece, privo di un elemento basamentale, sembra che penetri nel terreno, o che fuoriesca da esso).

Note

¹ cfr. Danilo Capecechi, *Il concetto di tensione nella meccanica dei solidi del secolo XIX*, Atti del XXI congresso nazionale di storia della fisica e dell'astronomia, pp. 3-4.

² Riccardo Baldacci, *Scienza delle costruzioni*, Volume primo – Fondamenti di meccanica dei solidi, Ristampa corretta, UTET, Torino 1996, p. 36. In particolare, per assioma si intende una libera ammissione del pensiero i cui enunciati vanno al di là di ogni possibile verifica empirica, non secondo l'antica esigenza di un contenuto assolutamente vero; l'assioma è dunque uno schema mentale concepito con una libertà tale da essere suscettibile di ogni applicazione che la conoscenza voglia farne.

³ Riccardo Baldacci, *Scienza delle costruzioni*, Volume secondo – Fondamenti di meccanica delle strutture, Ristampa corretta, UTET, Torino 1996, Introduzione. L'espressione Scienza o Arte del costruire rimanda all'omonimo testo di Pierluigi Nervi, Roma 1945.

⁴ ibidem p. 2.

⁵ cfr. Eduardo Torroja, *La concezione strutturale...op. cit.*, pp. 14-32.

⁶ Per un maggior approfondimento, cfr. il paragrafo 2.4 *La tensione tra oggetto e soggetto*.

⁷ cfr. Siegel Curt, *Struttura e forma nell'architettura moderna*, traduzione e adattamento di Giorgio Andreon, CELI, Bologna 1968, Introduzione.

⁸ cfr. ibidem p. 9.

⁹ cfr. il capitolo quarto, *L'esperienza del Rolex Learning Center*, paragrafo 4.5 *Il principio strutturale dell'arco*.

¹⁰ cfr. *Journal of the international association for shell and spatial structures*, Vol. 52, N. 3, September 2011, dedicato all'opera dell'ingegnere svizzero Heinz Isler, uno dei pionieri delle strutture a guscio e primo ad introdurre questa tipologia costruttiva nell'ambito dell'architettura non industriale.

Di seguito si riporta una semplice ed intuitiva definizione di guscio che sintetizza le principali caratteristiche geometriche e meccaniche di una struttura a guscio: "La parola guscio ci fa pensare ad una forma naturale: fa pensare cioè all'uovo e alla noce, all'involucro di certi frutti, ad un crostaceo, ad una conchiglia od al robusto integumento degli insetti. Abbinare in questo pensiero, intervengono due particolari, intuitive ed intrinseche osservazioni: i gusci hanno forma curva e materiale rigido.", in Siegel Curt, *Struttura e forma... op.cit.*, p. 213.

Per una sintesi sulla storia delle volte sottili in cemento armato:

cfr. *Analysis of Thin Concrete Shells Revisited: Opportunities due to Innovations in Materials and Analysis Methods*, Master's thesis, Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geosciences; Richard Bradshaw, David Campbell, Mousa Gargari, Amir Mirmiran, Patrick Tripeny, *Special structures: past, present and future*, in *Journal of Structural Engineering*, June 2002.

¹¹ Pierluigi Nervi, *Costruire correttamente...op. cit.*, Capitolo terzo, *Di alcune caratteristiche costruttive del cemento armato*, p. 17.

¹² ibidem p. 17.

¹³ Riccardo Florio, *Origini evoluzioni e permanenze della classicità in architettura. Un'espe-*

rienza di conoscenza disegno e rappresentazione dell'architettura, Officina Edizioni, Roma 2004, p. 42.

¹⁴ John Berger, *Sul disegnare*, Nadotti M. (a cura di), Libri Scheiwiller-Federico Motta, Milano 2007. L'autore indaga le possibilità esplorative del disegno, rifacendosi all'opera grafica di artisti quali Picasso, Van Gogh e Watteau.

¹⁵ Riccardo Florio, *Sul disegno Riflessioni sul disegno di architettura*, Officina Edizioni, Roma 2012, p. 21.

¹⁶ Roberto De Rubertis, *Il disegno dell'architettura*, Carocci, Roma 1994.

¹⁷ Paul Klee, *Teoria della forma e della figurazione*, Feltrinelli, sesta edizione, Milano 1984, Prefazione all'edizione italiana di Giulio Carlo Argan, p. XII. Le teorie di Paul Klee sulla forma e la figurazione danno ampio spazio alla riflessione sul modo in cui l'uomo (e l'artista) è nella realtà, al modo in cui noi siamo capaci di apprenderla. Cosciente del fatto che l'arte sia comunicazione umana, Klee vede nell'insegnamento una giusta ed efficace forma di comunicazione; l'obiettivo, scrive Argan, è un "continuo risalire delle quantità verso il livello delle qualità, e poiché questo è il livello della coscienza, quell'ultimo trapasso non potrà avvenire che nella mente e mediante l'operazione umana. È questo il fondamento umanistico dell'arte e della dottrina di Klee."

¹⁸ ibid. p. XII.

¹⁹ cfr. Italo Calvino, *Molteplicità*, in *Lezioni Americane Sei proposte per il prossimo millennio*, Oscar Mondadori, ristampa, Trento 2012.

²⁰ Rudolf Arnheim, *Arte e percezione visiva...op. cit.*, p. 57.

²¹ Franco Purini, *La conoscenza degli edifici*, in Artibani M., Neri G., Partenope R., Purini F., Sinisgalli R., Vaccaro C., Zoffoli P., *Nel disegno*, Renato Partenope (a cura di), Clean, Roma 1992.

²² Kevin Lynch, *The Image of the City*, Massachusetts Institute of Technology and the President Fellows of Harvard College, 1960, tr. it. di Gian Carlo Guarda, *L'immagine della città*, Paolo Ceccarelli (a cura di), Marsilio Editori, tredicesima edizione, Venezia 2008, p. 29.

²³ Riccardo Florio, *Origini evoluzioni... op. cit.*, p. 42.

²⁴ Riccardo Florio, *Sul disegno... op. cit.*, p. 21. Il concetto di "riduzione" è inteso come sintesi, risultato di una cosciente discretizzazione della realtà mediante il processo della raffigurazione, la quale suppone una capacità condivisa di individuare e distinguere delle forme, ovvero, di discernere delle classi di oggetti la cui riunione costituisce una memoria collettiva (Jacques Guillerme, *La figuration graphique en architecture*, tr. it. di Laura Agnesi, *La figurazione in architettura*, Franco Angeli, Milano 1982).

²⁵ Franco Purini in AA.VV., *Nel Disegno op. cit.*.

²⁶ "La rappresentazione, nel suo costituirsi come azione straniante, ovvero, volta a produrre un'astrazione servendosi di un sistema di segni comunque ordinato, simula la realtà. In questo simulare, che possiamo associare al concetto di mimesi intesa non come mera copia bensì come ri-presentazione ovvero nuova raffigurazione, si esplica il passaggio dalla realtà fisica e tangibile al mondo dell'immaginazione", in Frajese D'Amato C., *Dal dettaglio tecnologico al disegno di dettaglio. Processi di discretizzazione nella facciata dell'Auditorium di Niemeyer*, in Florio R., *MAED Ma-*

terioteca fisica e virtuale per l'Architettura e per il Design, Paparo Editore, Napoli 2013.

²⁷ Jacques Guillerme, in *La figurazione in architettura*, riprendendo un concetto espresso da Quatremere de Quincy, spiega che in una qualsiasi procedura mimetica c'è sempre una necessaria perdita di informazione, che Quatremere chiama deficit. La rappresentazione di un oggetto presuppone inevitabilmente la mancanza di una porzione di realtà.

²⁸ AA.VV., *Nel Disegno op. cit., Il Problema teorico della rappresentazione*. Il problema che viene affrontato, che poi in qualche modo interessa tutte le discipline che esigono l'intervento dell'uomo, risiede sostanzialmente nella 'ricerca dell'identità dell'oggetto attraverso l'identità del soggetto', ovvero, nell'elevato livello di diversificazione esplorativa che ognuno di noi possiede. Dunque, (si legge in *Il problema teorico del disegno*) la rappresentazione, derivando o quasi coincidendo con il pensiero, con il pensare lo spazio, richiederebbe un'attenzione quasi precedente il momento del suo rivelarsi.

²⁹ Eraclito, *Aletheia Frammento 16*, in Martin Heidegger, *Saggi e discorsi*, a cura di Gianni Vattimo, edizione integrale commentata, Mursia, Milano 1976, p. 177.

³⁰ ibidem p. 192. Il frammento 72 dice: "Quello verso cui, da esso continuamente portati, sono per lo più rivolti, da quello essi si separano; e così appare dunque che ciò in cui quotidianamente si imbattono, questo rimane per essi (nella sua presenza) estraneo."

³¹ Interessante a riguardo è un'osservazione di Riccardo Baldacci sull'oscillazione tra la necessità dell'intuizione empirica e l'aspirazione della teoria di ricondurre il reale alla generalizzazione di concetti:

"(...) per dirla con Henri Poincaré, non è necessario pensare ad una armonia pre-stabilita tra la ragione e la realtà, secondo la pretesa del razionalismo, né vedere nei concetti matematici semplici immagini di tale verità, come fa l'empirismo. A questo proposito dobbiamo osservare che non esiste il minimo dubbio perché ogni concetto impiegato nella teoria debba trovare, infine, la sua giustificazione completa nella intuizione empirica; ma ciò non significa che ogni singola parte di una costruzione teorica debba o possa trovare la sua giustificazione. I concetti fondamentali sono infatti l'espressione di un processo dello spirito, immagini che procedono dalle esperienze possibili: solo in questo senso critico, tipicamente kantiano, è possibile una scienza della natura", in *Scienza delle costruzioni, Volume primo... op. cit.*, Introduzione, p. 2.

³² Maurice Merleau – Ponty (1908 – 1961), esponente di rilievo della filosofia francese contemporanea, eredita da Husserl (1859 - 1938) gli assunti della fenomenologia, disciplina da quest'ultimo fondata, la quale, mettendo fra parentesi l'esistenza del mondo, lo riduce ad un insieme di fenomeni che si danno alla coscienza e possono essere colti nella loro 'essenza' logica, universale e necessaria. Può essere ragionevolmente classificato come un pensatore esistenzialista anche proprio per la sua affinità di fondo con Jean-Paul Sartre e Simone de Beauvoir e la sua concezione fundamentalmente heideggeriana dell'essere.

³³ Max Scheler (1874 – 1928), filosofo tedesco, vicino alla fenomenologia di Edmund Husserl, senza mai considerarsi suo allievo, famoso per le sue analisi sulla persona e sulla sfera affettiva in cui sviluppa molte tematiche nietzschiane con

una sensibilità profondamente ispirata dal cristianesimo.

³⁴ Maurice Merleau – Ponty, *Il visibile e l'invisibile*, traduzione italiana di Andrea Bonomi, VI edizione Studi Bompiani, Milano, dicembre 2009, p. 247.

³⁵ Maurice Merleau – Ponty, *Fenomenologia della percezione*, traduzione italiana di Andrea Bonomi, V edizione Studi Bompiani, Milano, aprile 2012, p. 326.

³⁶ Martin Heidegger, *Saggi e discorsi... op. cit.*, p. 104.

³⁷ vedere paragrafo 2.3 *Disegno e conoscenza*.

³⁸ Rudolf Arnheim, *Arte e percezione visiva... op. cit.*, p. 31.

³⁹ Le regole individuate dalla scuola della psicologia della Gestalt sono le seguenti:

_buona forma: la struttura percepita è sempre la più semplice

_prossimità: gli elementi sono raggruppati in funzione delle distanze

_somiglianza: tendenza a raggruppare gli elementi simili

_buona continuità: tutti gli elementi sono percepiti come appartenenti ad un insieme coerente e continuo

_destino comune: se gli elementi sono in movimento, vengono raggruppati quelli con uno spostamento coerente

_figura-sfondo: tutte le parti di una zona si possono interpretare sia come oggetto sia come sfondo

_movimento indotto: uno schema di riferimento formato da alcune strutture che consente la percezione degli oggetti

_pregnanza: nel caso gli stimoli siano ambigui, la percezione sarà buona in base alle informazioni prese dalla retina

Il principio che sta alla base della psicologia della Gestalt è riconducibile al seguente concetto: “il tutto è più della somma delle singole parti”, il che si trova in contrasto con le idee dello strutturalismo che prediligeva invece l'elementarismo.

⁴⁰ Rudolf Arnheim, *Arte e percezione visiva... op. cit.*, p. 32.

⁴¹ *Punto, linea, superficie*, titolo originale *Punkt und Linie zu Fläche*, pubblicato una prima volta nel 1926 a Monaco di Baviera, è un saggio di Kandinsky, forse l'espressione più matura ed articolata del suo pensiero. Per Kandinsky la forma, in ogni sua specie, è manifestazione significativa di una realtà, è tensione di forze, il suo intento è di fondare una scienza dell'arte, individuando la natura e le proprietà degli elementi fondamentali della forma, punto, linea e superficie.

⁴² John Berger, *Sul disegnare...op. cit.* .

⁴³ Umberto Eco, *La struttura assente...op. cit.*, *L'universo del senso*, p. 31.

⁴⁴ Wassily Kandinsky, *Punkt und Linie zu Fläche*, traduzione di Melisenda Calasso, *Punto, linea, superficie*, Adelphi, Milano, tredicesima edizione, agosto 2011, p. 7.

⁴⁵ Gyorgy Kepes, *Il linguaggio della visione*, Chicago 1944, Bari, Dedalo 1951, in Ludovico Quaroni, *Progettare un edificio...op. cit.*, Lezione quarta, *Lo spazio architettonico*, Nota-scheda sullo “spazio”, a cura di Francesco Cellini e Paolo Melis, p. 96.

⁴⁶ Rudolf Arnheim, *La dinamica della forma architettonica*, traduzione dall'inglese di Maurizio Vitta, Campi del sapere/Feltrinelli, Milano 1985, p. 32.

⁴⁷ ibidem, p. 40.

⁴⁸ Rudolf Arnheim, *Arte e percezione visiva... op. cit.*, p. 366.

⁴⁹ Cesare Brandi, *Struttura e Architettura...op. cit.*, p. 63.

⁵⁰ ibid., p. 67.

⁵¹ Peter Zumthor, *Atmosfere Ambienti architettonici. Le cose che ci circondano*, traduzione di Emilia Sala, Electa, seconda edizione, Milano 2012, p. 45. Questo testo ha origine da una lezione tenuta da Peter Zumthor il primo giugno 2003 in occasione del Festival di musica e letteratura “Wege durch das Land” al castello di Wendlinghausen. *La tensione tra interno ed esterno* rappresenta il settimo punto alla domanda dell’architetto ‘cos’è la magia del reale?’.

⁵² Rudolf Arnheim, *La dinamica della forma... op. cit.*, p. 109. L’espressione è tratta dal testo di Adolf Portmann, *Entlässt die Natur den Menschen?*, parte I, München 1970.

⁵³ ibidem, p. 109.

⁵⁴ Fino ad ora abbiamo considerato prevalentemente architetture occidentali, il capitolo successivo sarà dedicato ad una riflessione sulla concezione dello spazio nella cultura orientale, per contestualizzare ed anticipare l’analisi del caso studio, opera dello studio giapponese SANAA.

PARTE SECONDA

CAPITOLO TERZO

L'architettura di Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa SANAA

*“È curioso come tutti noi architetti fotografiamo
l'architettura senza persone,
sapendo che è nata per essere usata dalle persone,
ed è perché l'architettura permane,
le persone cambiano.*

*L'architettura mette in relazione cose e persone.
Nella buona architettura vediamo,
quando è vuota, sia persone che cose che,
pur non essendoci, sono presenti.*

*Il fatto che non ci siano è perché
si rinuncia alla loro presenza,
e la buona architettura è piena di rinunce.”*

Alejandro de la Sota
1929/1986. Reconstrucción del Pabellón de Barcelona

3.1 Il concetto di spazio nell'architettura giapponese

“Agli occhi degli architetti europei, educati alla scuola dell'architettura di pietra e mattone, il nostro modo di costruire usando materiali di legno e bambù può sembrare indegno di essere chiamato architettura.”¹

Okakura Kakuzo, scrittore giapponese, autore del primo libro di teoria sulla CHA-NO-YU², la Cerimonia del Tè, illustrando le caratteristiche della tipica Stanza del tè in cui si consuma questo celebre rituale, che si fonda sul modello della filosofia e dei monasteri Zen, spiega i principi che distinguono l'architettura giapponese dalla produzione architettonica occidentale. Purezza, semplicità, rispetto, armonia (tra le cose e le persone e tra le persone e la natura), povertà raffinata, ricerca della perfezione, sono alcuni dei termini che possono sintetizzare l'approccio che l'architetto giapponese ha nei confronti dell'architettura, che non fa che tradurre il modo in cui il popolo giapponese quotidianamente vive. Sebbene sia impossibile negare che il Giappone si sia ormai da decenni in buona parte 'occidentalizzato', lo spirito di una visione così radicata e salda, pura, che esalta il silenzio e l'assenza come condizioni di elevazione dell'anima nella ricerca della bellezza, permane, seppur in forme e materiali diversi dalla tradizione architettonica giapponese. Okakura Kakuzo³ parla di 'architettura di legno e bambù', certo egli si riferisce alle tipiche costruzioni antecedenti il XX secolo, quelle dei santuari e dei templi, ma anche delle tradizionali abitazioni ed in modo particolare all'architettura della tipica casa del tè.

L'utilizzo di materiali differenti, meno 'massivi' di quelli che l'architettura occidentale ha impiegato nel corso dei secoli costruendo strutture monumentali in cui la presenza stessa dell'architettura e dell'architetto fosse evidente, non è esclusivamente un aspetto di tipo tecnologico, da collegare allo sviluppo precoce della metallurgia giapponese che ha consentito di raggiungere un eccellente livello nella lavorazione del legno, ma piuttosto l'espressione di una cultura, di una filosofia, di una diversa concezione ed organizzazione dello spazio.

La cultura giapponese è da sempre stata influenzata dalla religione scintoista, di conseguenza anche l'architettura ne ha ereditato i principi, allo stesso modo in cui in occidente il cristianesimo ha spesso indirizzato con non poca forza le scelte architettoniche, talvolta mediante proiezioni verticali mirate a mostrare la potenza di Dio, e dell'uomo, sulla natura, ed esprimendo la grandezza divina più attraverso la monumentalità che mediante la semplicità insita nel messaggio cristiano. Lo scintoismo,

che vuol dire 'via del divino', prevede l'adorazione dei kami⁴, divinità o spiriti naturali che possono avere forma di fiume, pietra o cipresso, o semplicemente presenze spirituali. "Se il pensiero occidentale ha il suo perno nella coscienza individuale, quello giapponese nutre una visione panteistica della natura e una fede in divinità che possono risiedere in ogni luogo dell'universo."⁵

Gli himorogi, quattro pali di legno collocati in modo da formare un rettangolo vuoto recintato da una corda tesa tra essi, erano in passato i luoghi sacri preposti alla discesa dei kami. Questo era il 'modo giapponese di delimitare lo spazio', ovvero, la forma più elementare di individuazione e delimitazione di uno spazio.

L'architetto giapponese Arata Isozaki, in un articolo dedicato al *ma*⁶, chiarisce:

"lo spazio era concepito come un vuoto – il luogo sacro vacante - e gli oggetti sacri erano concepiti per stare dentro questo vuoto. Si credeva che i 'kami' (divinità, presenze spirituali) discendessero per sentire questi vuoti con forza spirituale. (...) Lo spazio era percepito con l'identificazione di ciò che in esso accadeva; ovvero, lo spazio era percepito esclusivamente in relazione al fluire del tempo"⁷.

Spazio e tempo sono infatti strettamente correlati nel *ma*, che vuol dire distanza naturale o intervallo tra due o più cose che sono in continuità; all'interno del *ma*, spazio e tempo sono così concepiti come intervalli, il che rappresenta il principio che regola concettualmente l'architettura giapponese.

Il vuoto, il vuoto che attende i fenomeni spirituali, che attende la discesa dei kami, riveste così un ruolo fondamentale nella tradizione scintoista e l'architettura accoglie questo vuoto diventando una cornice che racchiude una forma di trascendenza. Nella religione scintoista ogni cosa è sacra poiché la materia stessa che costituisce tutte le cose che esistono ha un fondamento divino. In primo luogo dunque la principale forma di entità divina è l'esistenza stessa, la natura, qualunque essa sia. È per questo motivo che il rapporto con la natura è di assoluta integrazione. I santuari scintoisti, in genere edifici di piccole dimensioni, sono circondati da alberi, e, prima che esistessero i santuari, i fedeli si riunivano attorno ad elementi naturali ritenuti sacri, come gli alberi di sakaki. Il miglior esempio di santuario scintoista, considerato in stile 'puro', è il Santuario di Ise⁸, un grande complesso religioso completamente immerso nel bosco, e che viene identificato come il luogo più sacro nella religione shinto. Molte di queste strutture sono caratterizzate da elementi dell'architettura cinese che sono



1 - Un esempio di himorogi, presso il santuario di Tsurugaoka Hachiman-gū, nella città di Kamakura.



2 - Uno dei complessi del Santuario di Ise.
3 - Interno di uno dei padiglioni del Palazzo di Katsura.

stati inseriti nei santuari dopo che il buddhismo fu introdotto in Giappone nel VI secolo. È infatti in questo momento che si avverte l'esigenza di distinguere le due religioni orientali, l'una nativa del Giappone, l'altra di impronta indiana e importata nel territorio nipponico dalla Cina.

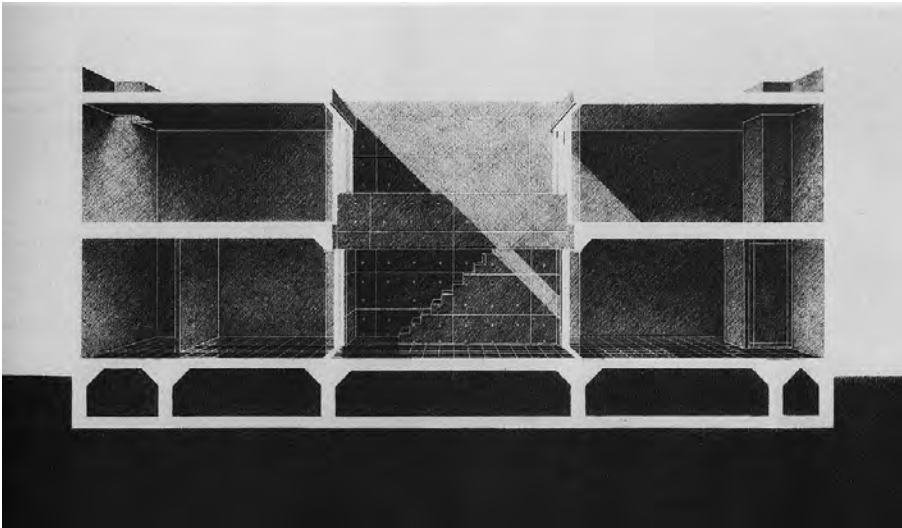
In entrambe le dottrine religiose la sensibilità verso la natura è estrema, così come l'interesse alla vita e a tutte le età della vita. Prevale l'idea della consapevolezza della non permanenza delle cose, per cui l'uomo deve adattarsi a vivere momento per momento, deve adattarsi al cambiamento. La flessibilità, che in qualche caso è stata anche definita adattabilità⁹, degli spazi interni degli edifici giapponesi ben si presta a questa concezione della vita e della quotidianità. Se osserviamo la distribuzione di una tradizionale casa in Giappone, facilmente notiamo che l'abitazione è costituita da ambienti molto liberi, in cui lo sguardo si muove fluidamente. Non vi sono mobili o oggetti, come in tutte le tipiche case occidentali, nelle quali la scelta e la collocazione di elemento di arredo, ad esempio di un tavolo o di una sedia, piuttosto che di una lampada o di un divano, acquista un valore non indifferente, tanto meno secondario, all'interno della organizzazione e della fruizione dello spazio abitativo. Nelle case occidentali gli oggetti infatti condizionano non poco l'agire dell'uomo, che ne è talvolta limitato. Nella cultura orientale, invece, gli oggetti d'arredo vengono disposti soltanto nel momento in cui devono essere utilizzati, per poi essere subito riposti; gli oggetti non sono i protagonisti della scena, essi sono funzionali, non si impadroniscono dello spazio.

“(...) Solo un tavolino basso al centro del locale riunisce attorno a sé gli abitanti durante il giorno, e viene messo da parte durante la notte per liberare i tatami e consentire di svolgere i futon per dormire.”¹⁰

Pannelli scorrevoli sui quali sono disegnate trame rettangolari dai colori caldi e tenui che vanno dal nocciola al marrone consentono poi una facile compenetrazione tra i diversi ambienti della casa.

“Nell'abitazione tradizionale giapponese il muro in realtà non esiste.”¹¹

Vi sono dei muri, ma sono separazioni leggere, sottili, nelle quali, in particolare per quelle esterne, possono essere introdotte diverse aperture in relazione con le esigenze della vista che si gode dall'interno; fondamentalmente sono due i motivi che possono indurre ad una diversificata articolazione delle aperture: il mutare delle ore del giorno, ovvero, la volontà di far entrare la luce solare, solitamente in maniera diffusa, e lo studio dei movimenti dell'osservatore. Riflettendo sul rapporto che un edificio instaura con l'ambiente esterno, Tadao Ando specifica che “in passato l'abitazione faceva un tutt'uno con la natura e le sue articolazioni



indirizzavano il pensiero degli abitanti verso l'esterno"¹², ed aggiunge:
“(...) in un edificio i momenti in cui l'ordine interno e quello esterno vengono in contatto, momenti rappresentati dalle aperture presenti nella costruzione, hanno un'importanza decisiva. (...) Sin da quando ho progettato casa Azuma nel 1976, la presenza della natura nelle costruzioni è stata un tema fondamentale per il mio lavoro. (...) Introdurre la natura in una casa implica rendere la vita più dura, ma è esattamente questo che esprimeva la qualità delle tradizionali residenze urbane giapponesi (...). La corte è un luogo importante dove i mutamenti prodotti dalle stagioni possono essere percepiti direttamente dai sensi.”¹³

Casa Azuma, progettata e realizzata tra il 1975 ed il 1976 nel centro di Osaka, è una piccola abitazione che sorge in sostituzione di una parte di un preesistente edificio in legno; la casa, con struttura in cemento armato, si sviluppa su di un lotto rettangolare, il cui spazio centrale, il cortile aperto, occupa la parte mediana della pianta tripartita. L'organizzazione della casa è centripeta, con le stanze che si affacciano su questo vuoto che è, al tempo stesso, il cuore della vita quotidiana e dell'immaginario.

Al primo piano una passerella collega le due camere da letto, mentre al piano terra è collocata, a ridosso di uno dei due muri perimetrali, la scala che conduce al piano superiore. Lo spazio è regolato in modo semplice e chiaro.

Casa in un giardino di pruni di Kazuyo Sejima, ubicata anch'essa a Tokyo e terminata nel 2003, mantiene e reinterpreta questa volontà di introdurre la natura all'interno dell'abitazione, attraverso un edificio che preserva, su richiesta dei committenti, il paesaggio esistente. La casa sorge al centro di

4, 5 - Casa Azuma, Tadao Ando: sezione prospettica e vista della corte interna e della passerella di collegamento al primo livello.

un piccolo lotto, cosicché tutt'intorno possano crescere gli alberi di pruni e gli utenti possano goderne la vista.

L'organizzazione interna è a metà tra la compagine di piccole stanze e l'open space, le pareti sono lastre strutturali di acciaio ridotte al minimo, 16 millimetri di spessore, i muri esterni non superano i 50 mm. Questa scelta è importante sia sotto il profilo pratico che percettivo, da un lato è garantito un ingombro minimo mediante una struttura che non si impone in modo predominante nel sistema spaziale, consentendo piuttosto lo



stabilirsi di nuove relazioni tra le stanze e le loro funzioni interrelate. Varchi e grandi aperture all'interno di queste pareti così esili e sottili, oltre a mettere in comunicazione i diversi ambienti della casa, rendono ancora più diretto il rapporto con la natura circostante.

Spazialmente e tecnologicamente diversa dalle precedenti architetture ma egualmente a diretto contatto con il paesaggio in cui si inserisce è una casa che Ryue Nishizawa progetta a Gunma tra il 1997 ed il 1998.

Casa per il fine settimana, questa la denominazione dell'edificio, è un'abitazione totalmente immersa in una tranquilla area boschiva e sorge quasi al centro di un'estesa radura pianeggiante. La pianta della residenza si basa su un reticolo strutturale modulare ed è organizzata intorno a tre patii interni di differenti dimensioni ed ognuno adibito ad area verde. I materiali predominanti sono il legno, che genera un'atmosfera calda ed accogliente, ed il vetro, il quale, insieme al materiale plastico utilizzato per i soffitti, crea interessanti effetti di riflessione della vegetazione all'interno di tutta l'abitazione, diffondendo la percezione della natura ed evocando l'ambiente naturale circostante. Attraverso le corti la natura entra nella casa e viene riflessa dalle superfici trasparenti. Lo spazio interno è completamente

6, 7 - Casa in un giardino di pruni, Kazuyo Sejima: pianta del piano terra e foto della dining room; vista dalla terrazza.



fluido, senza una netta separazione tra i diversi ambienti funzionali; una pianta libera, che ricorda la il progetto della Casa a tre corti di Mies van der Rohe, spazi di grande semplicità che si prolungano verso la natura.

Dunque, tre esempi di comunicazione tra architettura e natura, attraverso una diversa organizzazione degli spazi, nel primo caso (casa Azuma) una distribuzione regolare di tipo centripeto, con le stanze separate dalla corte interna, che rappresenta l'elemento di relazione interno - esterno; nella casa di Sejima, invece, una condizione intermedia tra la creazione di spazi separati e di un ambiente fluido e che ricerca, mediante aperture praticate nell'esile struttura, il contatto con la natura circostante; nel terzo caso, pianta libera con patii interni che accolgono e riflettono la natura all'interno dell'abitazione.

Questo significa che vi sono diversi modi di prolungare lo spazio interno



8 - Casa per il fine settimana, Ryue Nishizawa: vista dell'interno.

verso l'esterno, al fine di coinvolgere la natura all'interno dello spazio abitativo, in particolare vi sono diversi modi da quando è stato avviato nel XX secolo il processo di modernizzazione del Giappone, per cui le porte scorrevoli esterne e i pannelli mobili interni in carta pesante o in legno sono stati agilmente sostituiti dai materiali occidentali opachi come il cemento armato, e trasparenti e leggeri come le superfici vetrate e l'acciaio. In nessuno dei casi precedenti lo spazio è distribuito in base ad un ordine gerarchico funzionale prestabilito, tanto che il passaggio dallo spazio interno alla natura circostante, che nelle case tradizionali avveniva mediante i pannelli scorrevoli e le strutture porticate, è molto diretto. Questa caratteristica non è un caso. Gli elementi di cui si compone la tipica abitazione giapponese, che sono essenzialmente quattro, tatami (pavimento), shoji (pannelli esterni), fusuma (pannelli interni) e hisashi (portico), non sono organizzati secondo una priorità funzionale, ma seguendo esclusivamente la logica della suddivisione dello spazio tra pubblico e privato. È questo uno dei meccanismi culturali tipicamente giapponesi, che si esprime nel sistema di dicotomie posto alla base dell'organizzazione della vita quotidiana.

Koji Taki, nell'illustrare la storia politica del Giappone all'alba della sua modernizzazione nel saggio *Il ritratto dell'Imperatore*¹⁴, spiega che il sistema insito nel meccanismo politico del tempo lo si ritrova anche a livello architettonico e spaziale. Si tratta di coppie di concetti contrastanti e speculari tra loro, come ad esempio, *bare/ke*, ovvero, occasione ufficiale/stato non ufficiale, quotidiano/ordinario, *omote/ura*, ovvero, superficie/rovescio, *ôyake/natakushi*, che sta per pubblico/privato. Nella cultura giapponese, ogni evento, ogni situazione ha due lati: la parte ufficiale e quella privata non espressa, ambigua o segreta. I giapponesi vivono all'interno di questo sistema di dicotomie, sviluppando all'infinito, in ulteriori divisioni dicotomiche, la componente privata, il caos, l'irrisolto¹⁵. Mentre nella logica occidentale esiste uno schema ad albero, verticale, che prevede una costruzione chiara e razionale, la ramificazione della logica giapponese si sviluppa nella discesa verso una sempre maggiore ambiguità, fino ad arrivare all'inconscio. Lo storico dell'architettura Hijiri Hirai, studiando l'architettura abitativa pre-moderna giapponese, mette in luce proprio questa logica, nel momento in cui individua il sistema di articolazione dello spazio che prevede una separazione tra lo spazio pubblico e quello privato, il quale viene successivamente e più volte suddiviso, per gradi, in altrettante coppie di opposti.

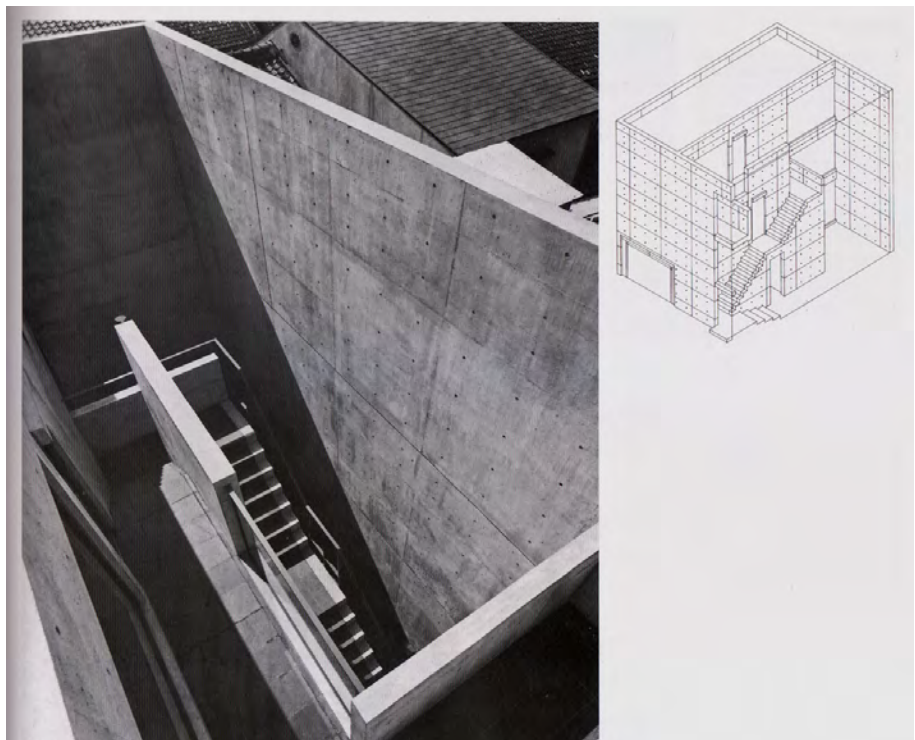
Casa Izutsu, realizzata su progetto di Tadao Ando ad Osaka nel 1982, mostra

in modo molto chiaro questo meccanismo dicotomico tra l'ambito pubblico e lo spazio privato. La pianta dell'abitazione è infatti divisa esattamente in due parti: da un lato gli spazi per le attività quotidiane (privato), dall'altro lo spazio aperto (pubblico), che sembra quasi un'estensione della strada. Lo spazio pubblico aperto consente, grazie ad una scala esterna non coperta, l'accesso ad ogni stanza, permettendo così all'ambiente esterno di penetrare, nei diversi momenti della giornata, all'interno della casa. La corte e la zona privata occupano in pianta la stessa superficie, due rettangoli di eguali dimensioni; lo spazio pubblico aperto accoglie soltanto l'elemento di collegamento verticale, la scala, mentre il parallelepipedo che ospita l'area privata della casa è interessato dal processo di suddivisione in ulteriori spazi destinati allo svolgimento delle funzioni abitative. In modo analogo si sviluppa *Casa Nakayama*, collocata a Nara e realizzata tra il 1983 ed il 1984.

Un'articolazione che potremmo definire meno 'statica' (sebbene questo meccanismo di ulteriori e potenzialmente infinite suddivisioni sembra poter essere confrontato con il procedimento che caratterizza lo sviluppo delle geometrie dinamiche che si basano su numeri non finiti) definisce invece la pianta di *Casa a Monzen*, progetto dell'architetto giapponese Satoshi Okada. L'edificio è ubicato nella prefettura di Nagano ed è stato



9, 10 - Casa Izutsu, Tadao Ando: inserimento nel contesto; particolare dello spazio aperto dell'abitazione, con la scala di accesso al primo livello e assonometria della casa.



ultimato recentemente, nel 2009. La peculiarità di questo intervento consiste nella attenta distribuzione degli spazi nel passaggio dalla zona pubblica alla sfera privata, secondo una modalità diversa dalla netta e tradizionale suddivisione dello spazio abitativo che caratterizza gli esempi precedentemente illustrati.

L'architetto, seguendo una logica insita nella cultura giapponese che consiste nel creare un oggetto imperfetto per raggiungere la perfezione, progetta una sequenza di spazi stabilendo i giusti intervalli e gestendo la successione delle pause reinterpretando il concetto del *ma*. Man mano che si procede dall'esterno verso l'interno, si percorre un 'continuum spaziale dinamico'¹⁶ in cui l'elemento dominante, come in tutta l'architettura giapponese, è il vuoto.

Un altro interessante esempio di articolazione dello spazio architettonico, nella logica di ripartizione tra pubblico e privato, è il *Dormitorio femminile Saishunkan* a Seiyaku di Kazuyo Sejima, un complesso residenziale per ottanta dipendenti di un'impresa d'affari nell'ovest del Giappone, datato 1990-91. Le stanze, ognuna per quattro persone, sono disposte in due blocchi rettangolari che affacciano su un ampio soggiorno comune al centro dell'edificio, che costituisce l'ambiente principale del dormitorio. Esso contiene, oltre agli spazi per la condivisione, i servizi e gli impianti meccanici, che sono inseriti come volumi autonomi a due livelli all'interno della grande sala, contribuendo a distribuire secondo flussi non convenzionali i percorsi delle donne che vivono nell'edificio.

Come nota Yuko Hasegawa, "se una stanza da letto, la sala di soggiorno e gli altri spazi condivisi sono disposti in sequenza lineare, gli spostamenti sono limitati e si crea di conseguenza una gerarchia"¹⁷. Sejima, scartando la soluzione della linearità distributiva, opta per una frammentazione delle funzioni, facendo coincidere la zona di massima intimità con la sola attività del dormire, annullando, in tal modo, ogni gerarchia spaziale, nella possibilità che durante i percorsi possa accadere qualcosa di diverso e di stimolante, al fine di una più interessante orizzontalità. Kazuyo Sejima in questo progetto, a differenza del sistema di organizzazione tradizionale dello spazio giapponese per cui l'ambito privato si sviluppa al suo interno, svincola il privato da questa condizione di appartenenza, portando fuori gli spazi dedicati alla sfera personale, ovvero, portando il privato nello spazio pubblico. Lo scopo è fondamentalmente quello di consentire la nascita di diversificate forme di interazione tra gli utenti della struttura in questo vuoto centrale che accoglie i servizi variamente disposti.

"È questo", infatti, "il compito principale che compete al vuoto:

mantenere la separazione tra gli elementi mettendo in evidenza il campo delle relazioni.”¹⁸

La possibilità di occupare uno spazio vuoto, lo spazio della tipica casa tradizionale giapponese, liberato dagli oggetti d’arredo, essenziale, si fa concreta quando ci troviamo in uno spazio neutro che diventa attivo grazie alla presenza dell’uomo. “L’instabilità statica determinata dal vuoto diventa, con la presenza, pienamente dinamica. Attesa ed azione costituiscono le due forme, una latente e l’altra presente, del continuo cambiamento.”¹⁹

Questo sistema produce una condizione di grande libertà: l’uomo è libero di utilizzare lo spazio nel quale è accolto, uno spazio sgombro da tutto ciò che non è assolutamente necessario, ed è libero di costruirsi la propria rete di relazioni senza venir sopraffatto dalla ‘presenza’ altra.

Michel Random, in *Giappone: la strategia dell’invisibile*, rintraccia questo aspetto di ‘libertà’ insito nell’architettura giapponese. Egli spiega che “lo spazio giapponese è sempre legato a questa sublimazione del vuoto”²⁰, il che consente di viverlo “con la massima libertà possibile”²¹, aggiungendo poi che il vuoto, una volta creato, “sarà in qualche modo occupato”²².

Se dunque il vuoto produce libertà, questa libertà non può prescindere dall’affermazione della semplicità e della necessità. Tadao Ando scrive che “uno spazio architettonico spogliato di ogni eccesso e modellato dalla semplice necessità è sempre il più appropriato e soddisfacente”²³. Egli, riflettendo sull’architettura moderna e sulle sbagliate interpretazioni delle pratiche derivate dalla pittura astratta, sostiene: “I grattacieli in vetro degli anni venti di Mies van der Rohe non hanno solo definito i modi

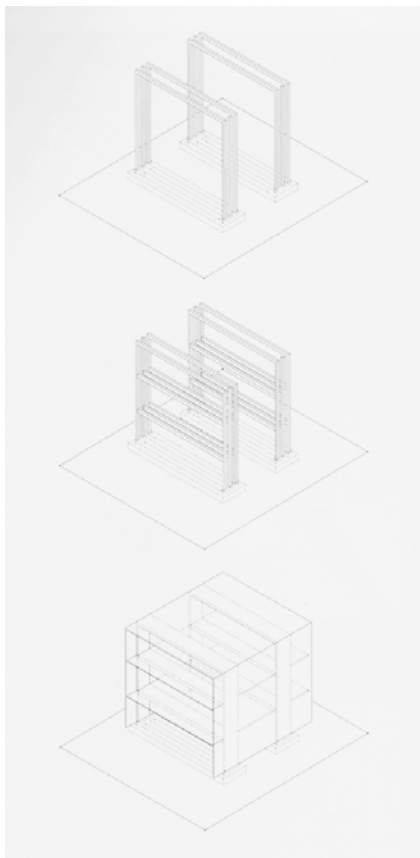
11, 12 - Casa a Monzen, Satoshi Okada: piante e sezione verticale; la vista dal soggiorno.





13, 14 - Dormitorio femminile Saishunkan, Kazuyo Sejima: il grande soggiorno in comune ed il ponte di collegamento alla terrazza.





15, 16 - Casa a Seijo, Satoshi Okada: fronte nord; esploso strutturale.

dell'architettura del XX secolo; se conservano la loro brillantezza ancora oggi ciò lo si deve al fatto che non hanno assunto l'astrazione e la geometria come fine, e che non si sono risolti in uno stile. Sono la dimostrazione dello sforzo compiuto dal pensiero alla ricerca di una astrazione e di una spiritualità essenziali trascendenti il loro tempo.”²⁴

I processi che si basano sulla logica dell'astrazione devono infatti tendere alla semplificazione, per poter risultare chiari. E le opere di Mies sono dotate di una chiarezza riconosciuta e a-temporale. La sua architettura è una delle più liriche, l'osservatore l'attraversa senza soffermarvisi, cosicché la sua attenzione viene trasportata oltre il limite fisico che l'opera stessa definisce, condizione questa per il raggiungimento della trasparenza 'concettuale'. Gli elementi sono in relazione gli uni con gli altri senza mai confondersi, mantenendo sempre la loro identità, chiarezza e riconoscibilità.

“Un lavoro basato sull'omissione, sulla rinuncia, guidato senza tentennamenti da un principio di economia spirituale, secondo il quale bisogna essere sempre disposti a separarsi da ciò che non resiste alla prova della necessità.”²⁵

Sono queste le caratteristiche che permettono di associare l'opera di Mies van der Rohe ai principi che animano la concezione dello spazio nell'architettura giapponese, in particolare alla costruzione del vuoto in termini di libertà funzionale all'interno di un sistema che assicura la massima chiarezza e riconoscibilità architettonica e strutturale.

Analoghi meccanismi di sottrazione e “distillazione del necessario”²⁶ si ritrovano nella produzione architettonica di Satoshi Okada, in particolare nel progetto di *Casa a Seijo*, a Tokyo. L'abitazione, realizzata nel 2011, sorge in uno dei quartieri residenziali più prestigiosi della città in cui vige un regolamento edilizio altamente restrittivo. Le limitazioni imposte hanno segnato fin dall'inizio l'orientamento progettuale.

La casa risulta infatti da un processo di semplificazione, di eliminazione del superfluo, mediante la riduzione al minimo del volume strutturale. Questo obiettivo è ottenuto grazie all'adozione di una struttura in acciaio, una coppia di enormi portali prefabbricati, che richiamano la struttura dei santuari shintoisti (in cui il portale sacro era costruito in legno) e che permettono in questo caso di riappropriarsi di circa 6 metri quadrati totali di superficie calpestabile. I portali gemelli costituiscono l'ossatura portante dell'edificio in grado di sostenere l'intero corpo di fabbrica senza che vi sia bisogno di altri supporti. Uno schema semplice ed efficace, pulito, che ricorda concettualmente il sistema strutturale della Crown Hall di Mies van der Rohe. Una delle caratteristiche dell'architettura di Okada è data

proprio dal rigore della costruzione, che, unitamente al rigore formale, garantisce coerenza teorica all'operato dell'architetto giapponese.

Sinora è stata affrontata la questione dello spazio nell'architettura giapponese esaminando con particolare attenzione l'architettura della residenza, il vuoto della casa tradizionale giapponese, utile, flessibile, libero, essenziale, che abbiamo visto essere la manifestazione di un sostrato culturale che affonda le sue radici nella filosofia e nelle pratiche scintoiste. Non bisogna però dimenticare che l'architettura della casa giapponese è legata all'antica tradizione del padiglione del tè, entrambe discendenti dello stile *Sukiya*, che significa originariamente Dimora della Fantasia, poi Casa del Tè, ma anche Dimora del Vuoto.

La Cerimonia del tè, che in Giappone rappresenta un vero e proprio rito, può essere descritta attraverso quattro parole chiave: *wa*, che significa armonia, si riferisce all'armonia tra gli ospiti e tra gli oggetti della casa; *kei*, indica il rispetto verso le persone e le cose, dunque, la gratitudine; *sei* è la purezza, in particolare la purezza degli utensili usati per la cerimonia, ed in senso più elevato indica la purezza dello spirito; *jaku*, infine, che significa tranquillità, esprime lo stato di serena distensione mentale che conduce alla comprensione del reale. Il luogo che ospita questa cerimonia è di solito una piccola casa, denominata *Sukiya*, la quale contiene la Stanza del Tè vera e propria, una anticamera (*mizuya*), dove vengono lavati e preparati gli utensili necessari alla preparazione del tè, un portico (*machiai*), che è un luogo di attesa per gli ospiti, ed un sentiero (*roji*) che unisce il portico alla Stanza del Tè. Si tratta di una costruzione molto semplice e di piccole dimensioni, la cui purezza deriva senza dubbio dall'ispirazione al modello dei monasteri Zen, in cui il luogo di culto, un ambiente disadorno, più che essere luogo di religione o di pellegrinaggio, somiglia piuttosto ad una sala di meditazione e di riflessione. La via dello Zen e quella del tè tendono a condurre l'uomo verso il raggiungimento di una autentica calma e serenità interiore, "se si ha lo Zen nella propria vita, non si ha più nessuna paura, nessun dubbio, nessun desiderio superfluo, nessuna emozione estrema (...) si serve l'umanità umilmente, attuando con misericordia la propria presenza in questo mondo"²⁷. A differenza delle altre sette buddiste, un monastero Zen vuole innanzitutto essere una dimora monastica; tutti i grandi maestri del tè sono stati anche seguaci di questa dottrina, nell'intento di portare lo spirito di questa disciplina nella realtà concreta e quotidiana. Nella Stanza del tè, un ambiente molto spoglio realizzato con materiali che danno l'impressione di una povertà raffinata, la luce penetra attraverso i



17 - Casa da tè del tempio Koho-an nel complesso dei templi Daitoku-ji, 1612; la stanza in stile shoin con pilastri squadri e porte scorrevoli.

18 - Casa da tè nel tempio Saiho-ji, inizi XVII secolo; l'interno affacciato sulla veranda e il giardino.



19, 20, 21, 22 - Tetsuka House, John Pawson: open space al piano terra, vista verso la corte, plastico.

telai di legno rivestiti di carta, al di sotto degli spioventi del tetto; anche in pieno giorno, essa è sempre soffusa, generando così all'interno della casa un'energia debole e delicata, adatta allo svolgimento della cerimonia. A tal proposito, è interessante osservare quanto il trattamento della luce nell'architettura orientale sia estremamente diverso da quanto è accaduto per secoli nelle architetture dell'occidente, che hanno adottato spessi muri e piccole aperture attraverso cui consentire l'ingresso della luce naturale, di modo che lo spazio fosse modellato quasi in maniera scultorea, fin quando non si è giunti, con l'architettura moderna, ad una eccessiva trasparenza che ha prodotto architetture omogeneamente illuminate e totalmente prive di oscurità. La luce è spesso un fattore determinante nella creazione di una particolare atmosfera, una luce diretta può disturbare la quiete e la pace che regna nella casa del tè, mentre una luce filtrata e diffusa rende tutto più sereno e congeniale alle attività della preparazione e della consumazione della cerimonia.

L'architettura moderna ha spesso reinterpretato la tradizionale struttura del padiglione del tè, cercando di esprimere gli stessi principi e di suscitare le stesse sensazioni con un linguaggio diverso. Tadao Ando ha progettato nel 1985 a Oyodo (Osaka) una Casa del tè che in realtà comprende tre padiglioni del tè, ispirandosi alla più antica costruzione dedicata alla cerimonia del tè in Giappone, Myokian. L'architetto 'della luce' si rifà alla tradizione utilizzando però materiali nuovi, quali il cemento, l'acciaio, il vetro e la tela. È in modo particolare nelle dimensioni degli ambienti che questo progetto si avvicina all'atmosfera tipica della Casa del tè, nell'obiettivo, raggiunto, di avere spazi minimi dotati di una profondità infinita, che è poi la profondità dello spirito zen.

Un altro interessante intervento, più recente, e realizzato non da un architetto giapponese ma dal britannico John Pawson è la *Tetsuka House* (2005), un'abitazione che ospita al suo interno una stanza del tè. L'edificio, con struttura in cemento armato, è ubicato a Tokyo, nel distretto di Setagaya. I colori differenti in facciata individuano i due livelli della casa, una grande corte aperta a doppia altezza rappresenta il luogo principale su cui affacciano quasi tutti gli ambienti, compresa la stanza del tè, della quale sono rispettate le proporzioni e la consueta convenzione di entrarvi rispettosamente con il capo chinato. Le diverse funzioni dell'abitazione sono distribuite in modo che lo spazio possa essere vissuto, come in tutte le case giapponesi, fluidamente, senza una netta separazione tra le diverse parti della casa.

Per quanto riguarda le proporzioni della stanza del tè, in realtà precisi

parametri sono stati fissati tempo addietro, dal maestro Sho-O, nel quindicesimo secolo; dopo di lui, il più grande maestro del tè nonché architetto noto con il nome di Rikyu ha portato, nel secolo successivo, il rituale della cerimonia ad un elevato livello di perfezione. Da allora le caratteristiche dimensionali della stanza del tè rimasero invariate. Le case progettate da Senno Rikyu erano piccole, con un tetto di bambù, pareti nude, porte scorrevoli di carta traslucida bianca e pilastri in legno; l'unico ornamento era un cartiglio di calligrafia appeso o una composizione floreale nel tokonoma, la nicchia destinata ai fiori o all'esposizione di un'opera d'arte. L'obiettivo era di creare qualcosa di simile alla capanna di un eremita con un senso di wabi (gusto tranquillo) e shibumi (sobrietà).

Così Sukiya, che, prima ancora di assumere le connotazioni di una vera e propria costruzione a parte, nasce come un piccolo ambiente all'interno del salotto e separato dal resto della stanza mediante alcuni leggeri paraventi, diventa da subito un luogo in grado di suscitare impressioni poetiche. È in questo senso la Dimora della Fantasia, ed è la Dimora del Vuoto, un vuoto che, a differenza del vuoto della tradizionale casa giapponese, flessibile, utile, funzionale, ha nella stanza del tè uno scopo diverso, esso vuole stimolare delle sensazioni a livello percettivo e sensoriale, è un vuoto 'emozionale'. "La semplicità della Stanza del Tè e la capacità che essa ha di fungere da luogo in cui ci si può astrarre dalle preoccupazioni quotidiane, la rendono un ottimo rifugio contro tutti i drammi del mondo esterno. Soltanto nella Stanza del Tè ci si può consacrare all'adorazione della bellezza, senza timore di essere disturbati"²⁸.

Abbiamo già specificato infatti che la stanza del tè si ispira ai monasteri zen, che sono soprattutto luoghi di contemplazione e di riflessione, perciò luoghi in cui ci si isola nell'astrazione dei propri pensieri per consentire all'anima di elevarsi al di sopra dei comuni problemi quotidiani per raggiungere l'essenza dell'infinito.

"La relazione che lega uno spazio e la persona che lo occupa definisce il luogo stesso e l'esperienza che di esso hanno gli altri come ambito privato. Spazio ed occupante compongono una unità naturale che perde valore in caso questi sia assente. Un osservatore, in tale circostanza, percependo la frustrazione di una sua aspettativa, aggettiva il luogo come vuoto. Esistono tre componenti di questa situazione: il luogo, privato, 'colonizzato' dall'abitare quotidiano; il tempo, sospeso nell'abbandono ed, infine, lo sguardo dell'osservatore, che carica di significato l'ambiente vuoto che osserva."²⁹

Questa considerazione che Fernando Espuelas ci propone riflettendo sul



23 - Mark Rothko, no 37 (Red), 1956.

24 - Mark Rothko, no 61 (Rust and Blue), 1953.

tema del vuoto in ambito personale, fa riferimento al concetto di ‘assenza’, di sospensione dello spazio e del tempo, di attesa, il nulla “che la radura nel bosco offre come risposta a ciò che si cerca”³⁰.

Carlos Martí Arís riprende e sviluppa questa riflessione in un testo molto interessante dal titolo *Silenzi eloquenti*³¹, nel quale esamina, attraverso un percorso trasversale che abbraccia diversi settori disciplinari, il tema del silenzio. L'autore sceglie cinque ambiti, letteratura, cinema, architettura, pittura e scultura, e, per ciascun ambito, un esponente di rilievo che abbia affrontato con grande intelligenza e introspezione la tematica del silenzio. Egli scrive: “(...) c'è un tratto comune nell'opera di questi cinque maestri: il loro rifiuto dell'arte come aggressione isterica ai sensi, promossa dalla pseudo-cultura mediatica, a favore dell'affermazione dell'arte come contemplazione, introspezione destinata a svelare il mistero del mondo.”³²

I cinque maestri sono J. Luis Borges (letteratura), Mies van der Rohe (architettura), Yasujirō Ozu (cinema), Mark Rothko (pittura), Jorge Oteiza (scultura). Se Mies van der Rohe è già stato citato all'interno delle riflessioni sul vuoto e sulla chiarezza costruttiva su cui si basa la sua ricerca architettonica, la figura di Mark Rothko viene associata al senso di infinito e di contemplazione che la pittura riesce a stimolare nell'osservatore-fruttore dell'opera d'arte, inducendo la dimensione del silenzio, un silenzio che induce contemplazione. Mark Rothko è un pittore statunitense, esponente della pittura moderna che fa capo all'astrattismo. Rothko è famoso per i suoi quadri astratti dalle grandi dimensioni caratterizzati da campi rettangolari in cui domina il colore. Le sue sono opere che aspirano ad una volontà di trascendenza, un'apertura metafisica, quasi sacra, e diventano attive grazie alla presenza dell'uomo; “(...) Il dipinto non può vivere nell'isolamento. Ha bisogno dello sguardo di un osservatore sensibile per potersi ridestare e sviluppare.”³³ La pittura astratta vuole infatti tendere ad una massima esplorazione della realtà attraverso una sua negazione rappresentativa; il vuoto che domina la raffigurazione pittorica diventerà pieno grazie alla capacità indagativa dell'uomo.

Vorrei proporre adesso un'ultima considerazione legata alla disamina del concetto di vuoto nella cultura giapponese, presa in prestito dalla trattazione dell'architetto catalano, che vuole interrogare il vuoto in termini di ‘assenza’. L'assenza rappresenta per Martí Arís una delle modalità di manifestazione del silenzio, come lo è la chiarezza delle architetture di Mies o la sacralità dell'astrattismo di Rothko; egli la individua nell'attività cinematografica di Ozu. Il regista e sceneggiatore giapponese, esponente del cinema realista, è stato colui il quale ha tramandato in maniera più

rispettosa di chiunque altro le tradizioni e la cultura familiare del Giappone, riassumendo la memoria e la modernità del suo paese con una dialettica precisa. “Il cinema di Ozu si impone come espressione intima e riservata delle contraddizioni vissute dalla società giapponese nel traumatico processo di cambiamento dell’ultimo secolo. Ozu osserva e analizza la consistente trama delle relazioni che si stabiliscono in un gruppo ristretto di persone e le registra con un atteggiamento impassibile.”³⁴ Egli utilizza un numero molto limitato di temi e anche di personaggi, le storie sono basate fondamentalmente sulla struttura tradizionale della famiglia giapponese. Si tratta di un cinema spoglio, trasparente: i personaggi vengono messi in scena senza che vengano attribuiti loro giudizi di valore, la camera è spesso collocata a 70 cm da terra (uomo seduto sul tatami) ed è fissa, e molte immagini sono vuote, prive di persone, sono scene di interni e di oggetti inanimati, i celebri ‘piani vuoti’ di Ozu.

Quello dei piani vuoti, in realtà, è un modo per suscitare, attraverso elementi neutri, intimità e distanza, tracce dell’assente, di ciò che non viene detto o mostrato. “Il cinema di Ozu, come tutta l’arte moderna, risulta essere principalmente di relazione: quello che conta non sono tanto gli elementi, quanto le relazioni che si creano tra loro e il campo di forze e tensioni che tutto questo provoca”³⁵; Ozu ricerca l’eternità dell’istante, nell’istante blocca delle immagini che hanno lo scopo di far percepire il trascorrere del tempo, per consentire agli spettatori la contemplazione di quel mondo della tradizione giapponese che probabilmente nell’epoca moderna non esiste con la stessa forza e la stessa semplicità del passato. Egli “mantiene il silenzio per far parlare le cose.”³⁶

Il vuoto, dunque, in questo caso predilige il silenzio, che si manifesta attraverso l’assenza. Il silenzio diventa, in tal modo, una forma di comunicazione. Scrive Octavio Paz: “l’Occidente ci insegna che l’essere si dissolve nel senso, mentre l’Oriente che il senso si dissolve in qualcosa che non è né l’essere né il non essere: in un Medesimo che nessun linguaggio può definire se non quello del silenzio. Noi uomini, dunque, siamo fatti in maniera tale che per noi anche il silenzio è un linguaggio.”³⁷

E ne è convinto anche lo scrittore francese contemporaneo George Steiner, il quale, nella raccolta di saggi *Linguaggio e silenzio*³⁸, indaga le diverse possibilità esplorative del silenzio in relazione al linguaggio: silenzio come rinuncia, come ‘alternativa’ al troppo detto e fatto dall’uomo; silenzio come modalità di interpretazione della realtà, mediante un linguaggio che non è quello della parola, ma della matematica; infine silenzio che eleva l’anima e la allontana dalla materialità, come nelle religioni buddiste e taoiste.



25 - Police Box, Kazuyo Sejima.
26 - Studio Platform II, Kazuyo Sejima.

3.2 Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa

3.2.1 Biografia

Kazuyo Sejima

Kazuyo Sejima nasce nel 1956 nella prefettura di Ibaraki, in Giappone. Nel 1981 si laurea alla Japan Women's University con una specializzazione in Architettura e successivamente entra nello studio Toyo Ito & Associates, che lascerà dopo sei anni. Nel 1987 fonda lo studio Kazuyo Sejima & Associates.

Il progetto dello *Studio Platform*, il primo di una serie di tre progetti di case-studio per il fine settimana realizzati tra il 1987 ed il 1990, inaugura la libera attività professionale dell'architetto giapponese. Seguendo la lezione di Ito, Sejima procede per tentativi ed errori nelle scelte che definiscono il progetto; il suo metodo di lavoro, che si sviluppa attraverso innumerevoli disegni e modelli tridimensionali di studio, si concentra in modo particolare sulla sequenza temporale delle azioni e degli eventi prodotti dal vivere in un edificio. In una conversazione con il critico Koji Taki, scomparso nel 2011, ella afferma:

“What I am experimenting with is the design process itself, and the variety of possibilities one can discover within it. For me, design is a continuous process of discovery.”³⁹

La sua architettura è sempre il risultato di un processo progettuale in cui vengono sperimentate molteplici possibilità configurative e spaziali. Da subito Sejima si concentra sugli aspetti funzionali, in particolare sullo studio delle attività e dei movimenti delle persone all'interno dell'architettura, dai già citati progetti Platform, case di vacanza in cui lo spazio è piuttosto libero, al *Saishunkan Seiyaku Women's Dormitory* (1990-91), un dormitorio per ottanta dipendenti di un'impresa d'affari nell'ovest del Giappone, in cui gli ambienti privati sono messi in comunicazione da un unico grande spazio comune in cui sono collocati, all'interno di volumi autonomi, tutti i servizi.

Nei progetti successivi, da *Pachinko Parlor* (1991-93) a *Casa N* (1991), da *Casa Y* (1993-94) a *Villa nella foresta* (1992-94), Sejima inizia ad interrogarsi in modo più consapevole sul rapporto che un edificio instaura con il contesto in cui esso si inserisce e sulle relazioni che un'architettura può stabilire tra lo spazio interno e l'ambiente circostante.

Il *Police Box* (1993-94) presso la stazione ferroviaria di Chofu e l'*edificio per appartamenti Gifu Kitagata* (1994-2000) nella prefettura di Gifu rappresentano,

a scale diverse, l'emblema di questa dicotomia interno-esterno, sia a livello spaziale che funzionale.

In seguito, con il progetto dell'*Edificio U* (1996-98), edificio per uffici nella prefettura di Ibaraki, *Casa Piccola* (1999-2000) a Tokyo, la *Residenza studentesca Kozankaku* (Ibaraki, 1999-2000), l'*edificio per il Centro civico di Onishi* (2003-2005) nella prefettura di Gunma, contestualmente ai lavori che Kazuyo Sejima produce insieme al collega Ryue Nishizawa, uniti nello studio SANAA a partire dal 1995, vengono sempre più sperimentati i temi della flessibilità, della trasparenza, che non è mai una trasparenza semplicemente materica, con una particolare e costante attenzione a tutti gli elementi che entrano in gioco nel processo progettuale. Struttura, forma, materiali, funzioni, sono tutti fattori egualmente importanti ai fini dell'elaborazione del progetto, che non si basa mai su di un riferimento o un'idea⁴⁰, un gesto impulsivo dell'architetto o la volontà di imprimere il proprio punto di vista sulla società.

Per Sejima il procedimento impiegato per la realizzazione di un progetto è già esso stesso un modo per pensare l'architettura⁴¹, un'architettura libera da gerarchie, in cui la trasparenza non è, o comunque non esclusivamente, una trasparenza visiva, ma si raggiunge attraverso il modo di definire la pianta, e dove le persone possono interagire e sentirsi in continuità con gli spazi esterni⁴².

In occasione della XII mostra internazionale di Architettura di Venezia, settembre - novembre 2010, Sejima, che ne ha curato la direzione, afferma infatti: "L'edificio è un confine che divide gli spazi interni da quelli esterni, ma a me piace creare un senso di continuità, non di isolamento. Le persone, i corpi delle persone, possono creare degli spazi. Ecco, io sono molto interessata a questa cosa, a come gli spazi interagiscono con le persone."

Attività accademica e riconoscimenti:

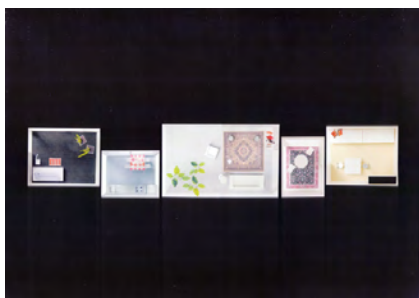
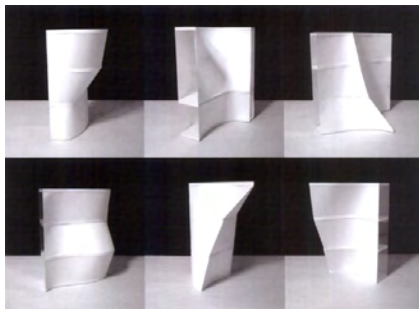
Dal 2001 Sejima è professoressa alla Keio University di Tokyo, è stata visiting professor dal 2005 al 2006 presso l'Ecole Polytechnique Federale di Losanna, in Svizzera, dove ha progettato con Nishizawa il Rolex Learning Center, e dal 2005 al 2008 è stata anche visiting professor alla Princeton University.

Nel 2010 è stata nominata Direttore per il settore Architettura della Biennale di Venezia, per la quale ha curato la dodicesima Esibizione Annuale Internazionale d'Architettura. È interessante il fatto che Sejima sia stata la prima donna designata per tale compito. Nello stesso anno ha vinto, unitamente a Ryue Nishizawa, il Premio Pritzker.



27 - Edifici per appartamenti Gifu Kitagata, Kazuyo Sejima: particolare delle terrazze passanti.

28 - Casa Piccola, Kazuyo Sejima: fronte est.



29 - Appartamenti Ichikawa, Ryue Nishizawa: plastici di studio.

30 - Casa Moriyama, Ryue Nishizawa: plastico, vista dall'alto.

31 - Casa A, Ryue Nishizawa: pianta.

Ryue Nishizawa

Ryue Nishizawa nasce nella prefettura di Kanagawa nel 1966.

Nel 1990 si laurea alla Yokohama National University con una specializzazione in Architettura; contestualmente inizia a lavorare nello studio Kazuyo Sejima & Associates e solo nel 1997, dopo aver già fondato lo studio SANAA con Sejima, fonda un suo studio, Office of Ryue Nishizawa. Il primo lavoro dello studio firmato Nishizawa è *Casa per il fine settimana*, datato 1997-98, un'abitazione che sorge a Gumna, in Giappone, all'interno di una tranquilla area boschiva. La casa, unico livello con tre corti vetrate, si presenta come un ambiente unico e fluido, un grande open-space a contatto con la natura. La maggior parte dei progetti elaborati da Nishizawa sono case o edifici per appartamenti.

Dopo *Casa per il fine settimana*, nel 2001 viene terminata la realizzazione di *Casa a Kamakura* (1999-2001) a Kanagawa, in un sobborgo di Tokyo all'interno di una fila di abitazioni immerse nel verde; la pianta, un parallelogramma, si rapporta con il contesto e con l'orientamento delle costruzioni contigue. Con il progetto degli *Appartamenti ad Ichikawa* (2001), una città satellite di Tokyo, l'attenzione si concentra in modo particolare sulla ricerca spaziale e formale; pareti curve in tre dimensioni consentono, come suggerisce lo stesso Nishizawa, "a living space with maximum diversity and flexibility"⁴³.

Gli *Appartamenti Eda* (2002), invece, un complesso costituito da 100 unità abitative, si presentano come un grande volume svuotato in molti punti e secondo diverse forme. La ricerca sulle possibilità aggregative di unità residenziali continua con il progetto di *Casa Moriyama* (2002-2005), un gruppo di sei alloggi costituiti da volumi parallelepipedi di diversa dimensione in pianta e in alzato, intervallati da brevi vuoti. Ogni cellula stabilisce relazioni differenti con le altre unità del lotto e con i fabbricati circostanti, ed ognuna può usufruire di un piccolo giardino; gli spazi aperti, passaggi e aree verdi, sono interconnessi e garantiscono fluidità all'intera composizione.

Una condizione analoga ma ad una scala più piccola la si ritrova in *Casa A* (2004-2006), un'abitazione situata nell'area metropolitana di Tokyo; cinque ambienti, di diversa ampiezza e leggermente slittati tra di loro, sono disposti in sequenza lineare lungo la direzione nord-sud. Ogni ambiente è un momento di sosta all'interno di questa "serie di spazi domestici confortevoli e rilassanti"⁴⁴.

Nel 2005 Ryue Nishizawa inizia il progetto di un centro d'arte, il *Towada Art*

Center, nella prefettura di Aomori in Giappone, in cui adotta la stessa logica della composizione e aggregazione di volumi, questa volta variamente orientati, con corridoi e spazi filtro di collegamento a quote differenziate. Nel 2010 viene terminata la realizzazione del *Teshima Art Museum*, un museo dedicato all'arte e all'architettura. L'edificio si presenta come un grande spazio espositivo vuoto racchiuso in una superficie curva, una conchiglia sottile in cemento armato a forma di goccia che sorge adagiata su un declivio collinare prospiciente il mare, sull'isola di Teshima, nel Mare interno di Seto. A differenza di gran parte dei progetti di Nishizawa, che si fondano, dal punto di vista compositivo, sull'accostamento e la combinazione di figure e volumi elementari, con il Teshima si assiste ad un processo di totale liberazione dello spazio, nel tentativo, dichiarato, di evocare la dimensione di uno spazio illimitato, senza confini⁴⁵.

Attività accademica e riconoscimenti:

Dal 2001 Nishizawa è professore associato alla Yokohama National University. Dal 2005 al 2006 è stato, anch'egli come Kazuyo Sejima, visiting professor presso l'Ecole Polytechnique Federale di Losanna in Svizzera, e dal 2005 al 2008 visiting professor alla Princeton University.

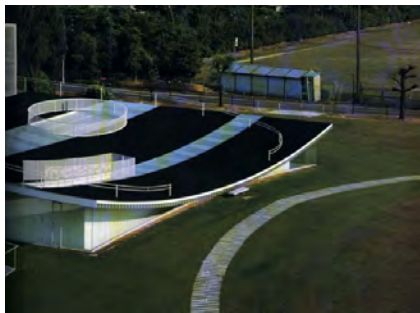
Nel 2007, inoltre, è stato visiting professor presso l'Harvard Graduate School of Design di Cambridge.

Vincitore, con Sejima, nel 2010, del Premio Pritzker.

SANAA

Dopo il progetto del Dormitorio Saishunkan Kazuyo Sejima si associa al suo collaboratore Ryue Nishizawa e fondano insieme, nel 1995, lo studio SANAA. Tuttavia, i due architetti giapponesi continuano a lavorare anche separatamente nei due studi Kazuyo Sejima & Associates e Office of Ryue Nishizawa.

Il progetto del *Multimedia studio a Oogaki* (1996-97), nella prefettura di Gifu, inaugura l'attività professionale dello studio SANAA, anticipando alcuni dei caratteri distintivi dell'architettura di Sejima e Nishizawa. In un sito di ampie dimensioni, i due progettisti inseriscono armonicamente una struttura che funziona come atelier e galleria espositiva; l'edificio si integra con il contesto e all'interno lo spazio è suddiviso in fasce di diversa dimensione, le quali determinano e condizionano i movimenti degli utenti. Il *Museo O* (Nagano, 1995-99) ed il *Museo N* (Wakayama, 1995-97), invece, si basano su una organizzazione spaziale meno vincolata; vengono infatti eliminate le divisioni interne, a favore di ambienti-percorso in cui le



32 - Multimedia Studio a Oogaki, SANAA: vista esterna.

33 - Museo O, SANAA: particolare del curtain wall serigrafato.

persone possano liberamente socializzare. Al concetto di spazio galleria si affianca la determinazione di spazi filtro tra interno ed esterno nei successivi progetti di *Casa M* (Tokyo, 1996-97) e *Casa S* (Okayama, 1995-96), in cui il rapporto con l'ambiente circostante non è diretto, ma regolato da elementi che si pongono come spazi di mediazione. In seguito, con i lavori dell'*IIT Student Center* (Chicago, 1998), il *Park Café* (Ibaraki, 1997-98) ed il *Teatro e centro culturale De Kunstlinie* (Almere, 1998-2007) l'attenzione degli architetti giapponesi si concentra in modo particolare sul rapporto tra architettura e struttura. Il tentativo è quello di ridurre al minimo il divario tra la componente strutturale e gli elementi portati. Un pannello diventa così al contempo parete divisoria e struttura.

Negli stessi anni viene avviato il progetto per il *Museo d'arte contemporanea del XXI secolo di Kanazawa*, un complesso museale comprendente spazi espositivi e funzioni pubbliche, che vede gli architetti impegnati dal 1999 al 2004. L'edificio è dato dall'accostamento di volumi elementari, il che genera una serie di spazi aperti e corti, ritagliati all'interno di una forma circolare. Aperto alla vista ed alla fruizione da tutti i lati, il museo si compone di un'area espositiva suddivisa in gallerie immerse in un connettivo di percorsi distributivi. Viene qui ripreso ed affrontato ad una scala urbana il tema del rapporto con il contesto, aspetto che lo studio SANAA continuerà sempre a sviluppare nei progetti successivi, dal *Padiglione del vetro per il Museo d'arte di Toledo* (2001-2006), in cui le superfici curve trasparenti producono una moltiplicazione dei riflessi e delle immagini del pubblico e dell'ambiente, al progetto di *Ampliamento dell'IVAM* (2002-), l'Istituto d'arte moderna di Valencia, dove l'edificio preesistente viene inglobato in una membrana metallica forata, in modo da poter utilizzare lo spazio tra il fabbricato ed il nuovo involucro, ed ancora al *Dior Building* (2001-2003) a Tokyo, un blocco semi-trasparente con una facciata dotata di schermi in acrilico traslucido cui è stata imposta la curvatura tipicamente assunta dai tessuti, capace di produrre una percezione alterata del paesaggio circostante.

Altri importanti progetti sono rappresentati dalla partecipazione al concorso per il *Nuovo museo Mercedes-Benz* in Germania nel 2002. Il progetto, se da un lato intende sviluppare il tema del rapporto con il contesto, dall'altro continua quella ricerca sul rapporto tra architettura e struttura. L'edificio proposto prevedeva la realizzazione di due piastre leggermente ondulate, con due grandi tagli a forma di foglia in copertura ed esili pilastri in acciaio all'interno, un museo - paesaggio da visitare ed attraversare, in continuità con il parco in cui sarebbe dovuto sorgere.

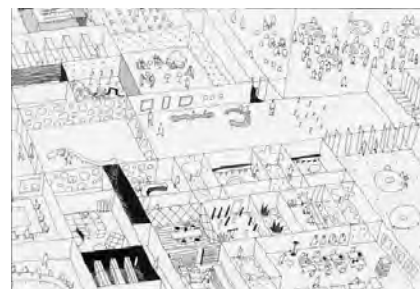
L'anno successivo, il 2003, si apre con il progetto per il *Nuovo museo di arte*

contemporanea di New York, ubicato nel centro di Manhattan, nella Bowery, il risultato di una pila di scatole sovrapposte e slittate in modo da ottenere, all'interno degli sbalzi terrazze e lucernari. Il museo si sviluppa in verticale, le scatole sono volumi autoportanti, non vi sono sostegni intermedi; una rete metallica riveste quasi interamente tutti i volumi, fungendo da filtro tra interno ed esterno. Nel 2010 viene inaugurato il *Rolex Learning Center* a Losanna, in Svizzera, centro di apprendimento dell'Ecole Polytechnique Fédérale. L'edificio si compone di due piastre curve e forate, con corti, di diversa forma e dimensione, e superfici trasparenti che mettono in comunicazione lo spazio interno, fluido e continuo, con l'ambiente circostante. Ad essere in comunicazione non è chiaramente solo lo spazio con altri spazi, ma le persone costruiscono relazioni con l'architettura e con l'ambiente. In una recente intervista Kazuyo Sejima, in merito al rapporto interno-esterno, afferma:

"I just wanted to make a space that was open to the city. (...) I want to think about space as a means of communication. I know we have a lot of other tools of communication, like the internet and telephones, but I am an architect, so I like to think about space, not about telephones."⁴⁶

Ed ancora la stessa Sejima sostiene: "In un'epoca in cui gli strumenti contribuiscono alla mancanza di comunicazione fisica, è compito dell'architetto offrire spazi reali, per una comunicazione diretta tra le persone."⁴⁷

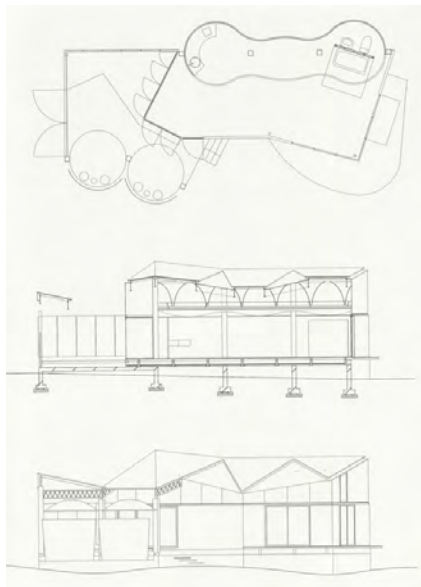
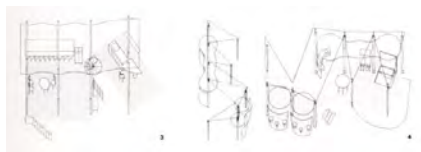
Nel 2012 poi è la volta del *museo Louvre Lens* nella Francia settentrionale, una soluzione architettonica che prevede un solo livello di vetro e metallo, cinque volumi parallelepipedi facilmente accessibili e armonicamente inseriti nel paesaggio, "una casa aperta, aperta alla società, ai visitatori, ma anche a tutti gli abitanti della città."⁴⁸ Questo concetto di apertura pervade tutta la produzione architettonica di SANAA, e non potrebbe essere altrimenti per due architetti che, sebbene siano completamente 'moderni' e rispondenti alle problematiche della società e della città contemporanee, provengono da una cultura che è quella giapponese, in cui gli spazi degli edifici sono più aperti, in cui il rapporto tra l'architettura e la natura è sempre stato un rapporto, come suggerisce la stessa Sejima, di 'continuità, non di isolamento'.



34 - Teatro De Kunstlinie, SANAA: schizzo di studio.

35 - Museo d'arte contemporanea del XXI secolo di Kanazawa, SANAA: fronte nord-est.

36 - Rolex Learning Center, SANAA: particolare della corte a forma di otto.



37 - Case Studio Platform I e II, Kazuyo Sejima: schizzi di studio.

38 - Casa Studio Platform II, Kazuyo Sejima: pianta e alzati.

3.2.2 L'utilizzo dello spazio ed il concetto di flessibilità/adattabilità

Fin dai primi progetti, l'interesse di Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa è stato rivolto ad alcune tematiche che si potrebbero sintetizzare nei seguenti punti: il *rapporto spazio-architettura-utenti*, ovvero, il modo in cui lo spazio è utilizzato dalle persone; il *sistema delle relazioni* che l'architettura stabilisce tra interno ed esterno e, dunque, il rapporto con il contesto; la questione *spazio-struttura*, che si esplica attraverso differenti modalità compositive che non sono mai definite aprioristicamente, ma sono sempre il risultato di un processo progettuale che gli architetti stessi identificano come metodo o programma. Vorrei specificare che queste tematiche le ritroviamo, talvolta espresse in maniera diversa, sia nei progetti dello studio SANAA, sia nei lavori che Sejima e Nishizawa, separatamente, producono; le questioni proposte verranno pertanto affrontate complessivamente, facendo riferimento agli apporti provenienti dall'attività dei tre studi, Kazuyo Sejima & Associates, Office of Ryue Nishizawa, SANAA.

L'attenzione verso le problematiche legate alla fruizione dello spazio, necessariamente legata alle questioni funzionali, emerge fin dai primi progetti di Kazuyo Sejima, le *case-studio Platform I, Platform II, Platform III*, le prime due realizzate tra il 1987 ed il 1990, la terza, rimasta sulla carta, risalente sempre allo stesso periodo. Secondo Sejima il concetto di funzione appare nel momento in cui la continuità delle azioni dell'uomo, dal dormire al mangiare e così via viene interrotta e organizzata dall'architettura stessa, condizione che crea una discrepanza tra una naturale continuità delle attività umane ed una progettata suddivisione funzionale dello spazio. Fin dai suoi primi scritti, ella si rende conto, lo chiarisce in una conversazione⁴⁹, di aver spesso utilizzato i termini "people's activity" e "people's movement", probabilmente nell'intenzione di interrompere questa sorta di pianificazione che presume la discontinuità dei movimenti dell'uomo. Nei progetti Platform lo spazio è ancora però soggetto ad una sorta di suddivisione per aree funzionali, le diverse destinazioni d'uso sono distribuite sul terreno ed adattate alla morfologia del sito, in modo tale che l'involucro complessivo sia dato dalla connessione di queste parti autonome.

Il successivo progetto del *Dormitorio femminile Saishunkan* (1990-91) rappresenta un passaggio importante nella definizione di un concetto di spazio che diventerà sempre più libero ed anche libero di essere utilizzato. Questa libertà va considerata nell'accezione che Sejima propone e che si riferisce alla 'flessibilità', sinonimo di un concetto più ampio che è

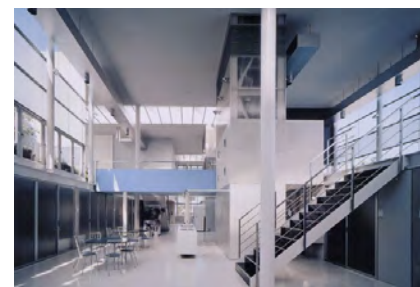
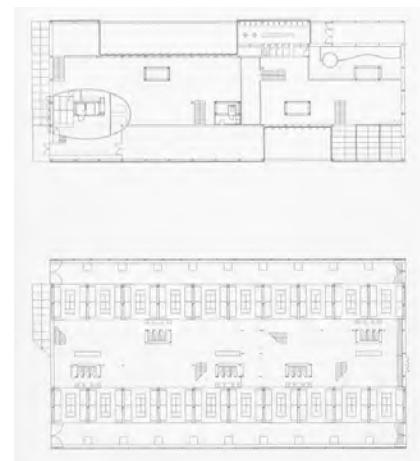
quello dell'adattabilità'. Il progetto dello Saishunkan è l'occasione per sperimentare alcune possibilità di interazione tra un contenitore, un volume semplice, non frammentato, e la varietà funzionale di un edificio che doveva contenere al suo interno un dormitorio, un luogo di training per le lavoratrici dell'azienda, ma che doveva costituire anche una vera e propria casa per tutte le dipendenti. La scelta di Sejima ricade sulla progettazione di uno spazio unico contenente più funzioni, senza nette suddivisioni al suo interno e senza percorsi prestabiliti; l'obiettivo è quello di fare in modo che le lavoratrici possano essere libere di muoversi, libere di compiere le attività quotidiane occupando lo spazio in maniera realmente molto differenziata, secondo le esigenze personali. Tutti i servizi sono dislocati in ambienti che interrompono la continuità della grande hall, invece che essere collocati in un unico luogo, il che avrebbe prodotto una circolazione decisamente vincolata.

Si tratta di un approccio che, a partire da questo progetto, si sviluppa e si chiarifica nei lavori successivi, dal *Museo N* al *Museo O*, così come nei progetti di due edifici per uffici, l'*Edificio K* e l'*Edificio U*, datati 1996-98, il primo sede della Kinbasha e opera dello studio SANAA, il secondo destinato ad ospitare uffici in fitto e firmato Sejima & Associates. Si tratta di edifici pubblici, in cui da un lato vi è una reale necessità di utilizzare gli spazi in modo diverso, anche se questa possibilità non vuole essere legata semplicemente all'impiego di partizioni mobili in grado di generare soluzioni distributive diversificate. Una scelta di questo tipo produce sempre una distinzione tra struttura portante ed elementi portati. Sejima crede invece che vi debba essere qualcosa in più nel concetto di flessibilità: "I would like to imagine the possibility of a division which is not like that. In other words a way of thinking where even though there is a change in use, if viewed from a certain angle, there seems to be no change."⁵⁰

In una conversazione con Ryue Nishizawa ella chiarisce: "My idea about flexibility is not literal flexibility, but more a type of flexibility which can be understood by the individual through that individual's experience."⁵¹

E l'architetto giapponese Jun Aoki afferra e sottolinea questo aspetto sostenendo che l'architettura di Kazuyo Sejima è flessibile in quanto adattabile alle molteplici azioni dell'uomo. "Flexibility is another word for adaptability. Adaptability in architecture, of course, means the degree to which in a space that has been created is adaptable to the needs of users. People's activities changes."⁵²

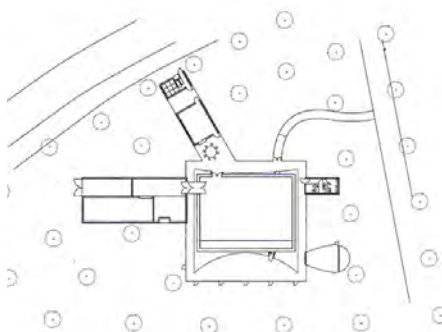
Riflettendo sul progetto del Museo N, Aoki afferma: "A program may exist for the time being, but it is only provisional. It is not absolutely



39, 40 - Dormitorio femminile Saishunkan, Kazuyo Sejima: piante e vista della sala comune.

41, 42, 43 - Museo N, SANAA: pianta, fronte ovest e particolare delle gallerie perimetrali di distribuzione.

44 - Museo O, SANAA: vista dell hall.



immutable. This is a problem, not of distance, but of the essential quality of human behavior. Human behavior is flexible, and that is why spaces adopted to those actions are also flexible. It is not that the architect refrains from creating spaces but that she must create spaces that are adapted to such human behavior.”⁵³

Questo significa che le azioni dell'uomo non possono essere previste in quanto è possibile che nel tempo le esigenze possano mutare, oppure cambiano le persone destinate ad utilizzare una data architettura, per cui l'intento è quello di mirare ad una libertà concettuale e funzionale al tempo stesso, svincolarsi dalla logica delle suddivisioni funzionali.

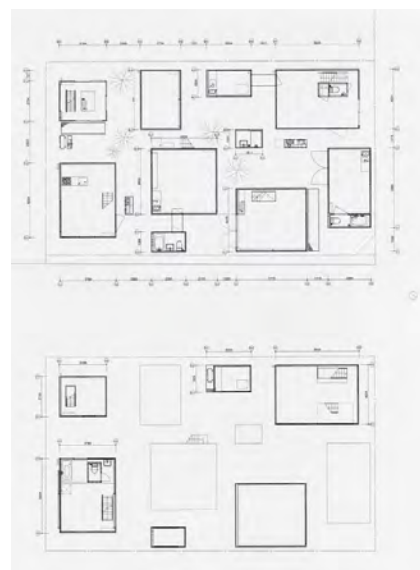
È ciò su cui Sejima ragiona e cui in qualche modo tenta di rispondere quando scrive: “In this last twelve years, I think that what I've been interested in is: for each project, what kind of things to make into questions so that the possibility of that project can be found?. Probably, in most cases, questions have arisen from re-thinking various existing methods of division. Of course, it is impossible to remove the use of division in architecture. However, I've been attempting to study what to divide from what. For each design the particular concern regarding division is pushed to provide a basis for the work as a whole.”⁵⁴

Lo stesso approccio lo si può leggere in alcune opere di Ryue Nishizawa, da *Casa per il fine settimana* a *Casa Moriyama*. I due progetti appartengono a scale diverse, in quanto nel secondo caso non si tratta di una casa isolata ma di un gruppo di 6 abitazioni, variamente distribuite all'interno di un lotto rettangolare. Sebbene ogni alloggio sia provvisto di una propria zona verde, non vi sono nette separazioni tra gli spazi, che sono effettivamente aperti; il tessuto connettivo, costituito dagli orti e dalle corti, mette in relazione gli edifici, dando la possibilità agli utenti di utilizzare tutto questo spazio in modo ‘flessibile’.

In questo modo l'architettura diventa un campo di molteplici opportunità esperenziali, una “sceneggiatura libera, con scenari aperti e molteplici, nella quale l'utente può fruire di svariate opzioni e traiettorie che passano per vari livelli di attivazione”⁵⁵; è lo ‘spazio creato dalle cose’ di Rudolf Arnheim, ma anche lo spazio creato dalle persone.

“It's very interesting for us”, affermano gli architetti, “that architecture has opportunity to be created by using”⁵⁶; “favorire, senza forzare, ed evidenziare i sistemi di relazione”⁵⁷ rappresenta l'essenza dei progetti di SANAA.

È un punto questo sul quale Sejima e Nishizawa insistono molto; basti pensare anche ad interventi come *l'Ampliamento dell'IVAM*, l'Istituto d'arte



45, 46 - Casa Moriyama, Ryue Nishizawa: piante e plastico.



47, 48, 49 - Museo di Arte Teshima, Ryue Nishizawa: concept a goccia d'acqua, viste esterna ed interna.

50 - Pachinko Parlor I, Kazuyo Sejima: pianta del secondo livello.

51 - Pachinko Parlor II, Kazuyo Sejima: esterno.

52 - Casa Y, Kazuyo Sejima: inserimento nel contesto.

moderna di Valencia, allo spazio filtro che gli architetti progettano come intermediario tra l'edificio e la città, uno spazio interstiziale che diventa al contempo copertura-terrazza e hall di ingresso, capace di connettere tutti i lati dell'isolato.

Una esasperazione di questo concetto è data dal *Museo di Arte Teshima* firmato Nishizawa. Come spiegano Luca Diffuse e Mariella Tesse in un testo dedicato al lavoro dello studio SANAA, con un sottotitolo che da solo ci fa comprendere la complessità insita nell'apparente semplicità delle architetture di Sejima e Nishizawa, *bellezza disarmante*, il Museo di Naoshima "è il lavoro più estremo sul nulla. Nishizawa porta alle estreme conseguenze l'approccio dello studio SANAA alla progettazione del museo come scatola bianca neutra nei confronti dell'arte. (...) Un involucro di cemento spesso venti centimetri che tridimensionalmente somiglia ad una goccia d'acqua che scorre su un piano astratto. Concettualmente il tema stesso dell'acqua è sintomatico dell'indifferenza totale alle istanze formali: l'acqua si modifica in continuazione ed assume la forma del contenitore."⁵⁸

3.2.3 Rapporto Interno - Esterno

Un aspetto fondamentale del lavoro di Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa risiede nella ricerca di un *sistema di relazioni*. Nel paragrafo precedente abbiamo affrontato il tema del rapporto che viene a stabilirsi tra lo spazio e le persone che occupano lo spazio; sempre di relazioni si tratta, ma adesso cerchiamo di capire un altro carattere distintivo di SANAA che consiste nel rapporto tra l'architettura ed il contesto, dunque, tra interno ed esterno. I primi progetti di Sejima, lo abbiamo già spiegato, sviluppano principalmente il tema delle funzioni; con i progetti successivi, *Pachinko Parlor* e *Pachinko Parlor II* (che sono sale da gioco, il Pachinko è un tipico gioco d'azzardo giapponese), *Casa N* e la *Nasunogahara Harmony Hall*, comincia a diventare rilevante l'interesse verso il rapporto che l'edificio stabilisce con il sito in cui va ad inserirsi.

La prima sala da gioco che Sejima ha realizzato tra il 1991 ed il 1993 ad Hitachi, una cittadina ad un paio d'ore di treno da Tokyo, è stata molto influenzata dalle differenze di quota del lotto in cui l'edificio si colloca. Una grande sala centrale è destinata alle macchine da gioco, totalmente liberata dalla struttura (grandi travoni a vista a V ancorati alle pareti perimetrali), mentre gli ambienti che ospitano le funzioni di servizio e gli uffici sono collocati fondamentalmente alle due estremità della sala rettangolare e

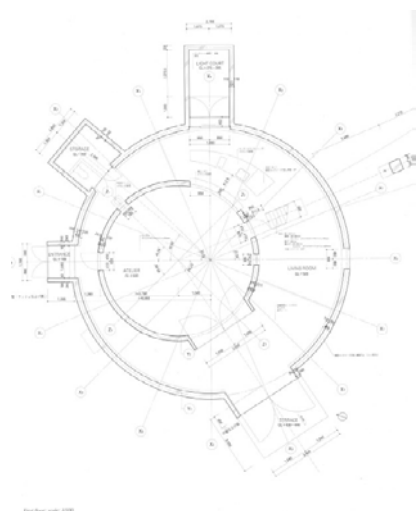
sono caratterizzati da una sezione articolata, volta a recuperare i salti di quota del sito.

Pachinko Parlor II (1993) invece è un'addizione ad un preesistente negozio, un box trasparente di 4,5 x 42,5 m e alto 4,8 m, con una lunga facciata interamente composta da vetro strutturale al di sopra del quale è più volte ripetuto il nome della compagnia Kinbasha; il box di vetro è addossato ad un volume giallo, sul quale si riflettono i caratteri presenti sulla facciata vetrata. Le diversificate potenzialità che la superficie trasparente consente sia durante il giorno che nelle ore serali fanno di questo progetto un attrattore ed è in questo senso che esso si inserisce nel contesto urbano di Naka.

Altri progetti che manifestano una volontà di relazionarsi con il contesto sono *Casa Y* (1993-94) e *Villa nella foresta* (1992-94). *Casa Y* è ubicata a Chiba, in Giappone, in una tranquilla zona residenziale ad un'ora da Tokyo, all'interno di un terreno rettangolare, derivante dalla consueta suddivisione delle aree in lotti. L'abitazione è disposta secondo un'ottimale esposizione, sud-ovest e nord-est, e si sviluppa su tre livelli: al piano terra le funzioni private, camera da letto, bagno, al primo livello una grande zona living, per buona parte a doppia altezza, mentre ad un secondo livello, di dimensioni più piccole, un volume bianco all'interno della sala al di sopra del tavolo da pranzo accoglie la stanza degli ospiti. Due terrazze poi lambiscono, al piano terra, i lati corti dell'edificio, e da esse è possibile accedere al livello superiore; una scala a chiocciola interna, molto leggera, collega tutti i piani. I lati corti dell'abitazione sono interamente opachi, mentre le due facciate esposte a sud-ovest e nord-est sono caratterizzate da elementi finestrati, aprendosi in tal modo verso l'ambiente circostante. Dal punto di vista compositivo, la pianta si basa su una tripartizione dello spazio, secondo una differenziata maniera di addizione e sottrazione di materia, dipendente da motivazioni funzionali e progettuali.

Formalmente molto diverso è il progetto di *Casa nella foresta*, un edificio realizzato nella prefettura di Nagano, e collocato all'interno di un'area boschiva. La casa, commissionata da un gallerista d'arte, doveva ospitare principalmente due funzioni, uno studio ed una zona living, oltre a due camere da letto e ai servizi. La pianta è di forma circolare, in particolare due circonferenze, di cui quella interna più piccola definiscono lo spazio; lo studio è collocato nel cerchio minore, mentre la zona che intercorre tra le due figure è destinata alle camere da letto e allo svolgimento delle funzioni diurne. Le pareti sono in cemento armato e la copertura è inclinata in modo opposto alla pendenza del terreno. Sulla figura cilindrica





52 - Casa Y, Kazuyo Sejima: vista interna del primo e del secondo livello.

53, 54 - Casa nella foresta, Kazuyo Sejima: esterno e pianta del primo piano.

si innestano alcuni volumi di forma rettangolare e trapezoidale, che sono come delle finestre verso la natura, propensioni del progetto verso l'esterno e, viceversa, possibilità di inclusione del paesaggio nello spazio interno della casa. La composizione della pianta e l'inclinazione della copertura producono uno spazio caratterizzato da una circolazione continua da un lato, e articolato dall'altro.

Con il progetto del *Police Box* (1993-94) presso la stazione ferroviaria di Chofu, un edificio atto a garantire la sicurezza in una zona suburbana di Tokyo, Kazuyo Sejima avvia una serie di ragionamenti più consapevoli in merito al rapporto, in architettura, tra interno ed esterno. Pur nelle sue dimensioni non eccessivamente grandi, e sebbene sia ubicato in un contesto ricco di altre strutture contemporanee, il *Police Box* riesce ad essere un landmark, grazie alle sue caratteristiche volumetriche ed al trattamento delle superfici di rivestimento. In pianta un rettangolo, con una scala a chiocciola che collega i due livelli principali; due pareti in cemento armato sui lati lunghi del rettangolo ed un cilindro collocato trasversalmente ad esse costituiscono la struttura portante dell'edificio. Il rivestimento esterno dei muri perimetrali è realizzato in pannelli di acciaio inox riflettenti l'ambiente circostante, lo spazio e i movimenti delle persone. In questo modo Sejima costruisce un'architettura che, nella sua condizione volutamente ricercata di landmark, diventa al tempo stesso un 'oggetto', un "riferimento"⁵⁹, volendo usare le parole di Kevin Lynch, all'interno della città.

Successivamente, il progetto per l'*Expo di Tokyo* del 1996 e l'edificio per appartamenti *Gifu Kitagata*, iniziato nel 1994 e terminato nel 2000, hanno richiesto un confronto con una scala molto diversa, che non riguardava più soltanto il singolo edificio inserito in un contesto, urbano o non urbano, ma veri e propri complessi architettonici che inevitabilmente si allontanano dalla scala dell'uomo per avvicinarsi alla scala della città. In entrambi i casi Sejima ha scelto di ripetere più volte una stessa unità compositiva la cui scala potesse essere compresa dall'individuo, essendo a misura dell'individuo. Per l'*Expo di Tokyo* Sejima progetta un edificio lungo 320 metri, dalla forma sinuosa e basato sulla ripetizione dello stesso elemento strutturale (100 portali), che eventualmente varia in altezza. Questa sorta di serpentina è interrotta in diversi punti, in modo da poter identificare le funzioni e consentire il passaggio degli autoveicoli.

Probabilmente più complessa è stata la gestazione del progetto per gli appartamenti *Gifu Kitagata*, un complesso di edilizia residenziale pubblica ubicato nella prefettura di Gifu, nel contesto di un quartiere pianificato

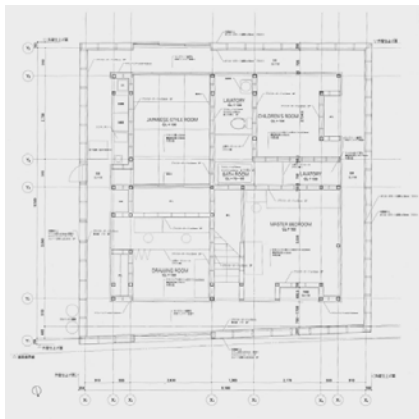
da Arata Isozaki. Quale coordinatore del progetto, Isozaki sceglie quattro architetti donna affidando loro un edificio ciascuna. Il concetto fondamentale del masterplan consisteva nel disporre le unità abitative lungo il perimetro dell'area a recingere uno spazio d'uso collettivo. Sulla base di tali premesse, si voleva realizzare un volume che fosse il più sottile possibile. Il programma richiedeva, tuttavia, un'ampia superficie di piano e anche un corpo di fabbrica di sezione molto ridotta, per evitare che l'edificio risultasse massiccio. Sejima decide di svuotare in diversi punti il volume progettato, superando con grande abilità il rischio di erigere il solito edificio residenziale monolitico e inerte; ogni appartamento è la somma di unità più piccole combinate fra loro, la cellula elementare è un monolocale definito dalla struttura stessa dell'edificio. Sejima crede infatti che una residenza collettiva non possa più essere esclusivamente un luogo per le famiglie, ma più in generale uno spazio in cui le persone possano vivere collettivamente in molteplici modi. In altre parole, l'unità base non può essere l'appartamento ma la singola stanza. Il risultato di questo processo di addizione, di composizione ed articolazione delle unità base non è un solido opaco ma, su suggerimento dell'architetto, "a light mass of layered rooms"⁶⁰, dunque una massa leggera costituita da stanze variamente composte. Così, scolpendo la massa muraria con scalinate, ballatoi e terrazze che si aprono sui due fronti del paesaggio, Sejima plasma un corpo sottile e ritmato che elude la monotonia e imprime varietà al blocco materico.

Sempre incentrato sul rapporto tra l'interno e l'esterno, in particolare in pianta, è un altro gruppo di edifici progettati dallo studio SANAA: il *Multimedia Workshop*, il *Museo N* e la *Casa S*, tutti caratterizzati in pianta da uno stesso elemento, la galleria-filtro, che necessariamente produce una distanza tra lo spazio interno e l'ambiente esterno. Nel *Multimedia Workshop*, un edificio polifunzionale, scuola e residenza per artisti informatici, realizzato nella prefettura di Gifu tra il 1995 ed il 1996, i corridoi filtri collegano gli ambienti destinati allo svolgimento delle singole attività. Questo edificio occupa una porzione di un'ampia distesa di verde dove sorgono altre strutture di un campus preesistente. Essendo richiesta un'altezza interna di grandi dimensioni e un tetto che si confondesse con l'ambiente, per evitare che esso emergesse troppo dal terreno, l'edificio è stato realizzato incassato nel suolo per un'altezza di 1,8 metri. La copertura così incontra il terreno divenendo una piazza, e lo stesso piano del terreno diventa edificio, seguendo entrambi una sezione che segue una curva parabolica. Il *Museo N*, opera coeva terminata nel 1997, è un



55 - Police Box, Kazuyo Sejima: l'edificio landmark all'interno della stazione ferroviaria di Chofu.

56 - Appartamenti Gifu Kitagata, Kazuyo Sejima: scorcio del fronte nord.



57, 58 - Casa S, SANAA: pianta del primo piano e fronte sud-ovest.

piccolo edificio progettato per ospitare le opere di due pittori tradizionali giapponesi ed è situato in un villaggio vicino alla riva di un fiume, tra le montagne di una riserva ambientale. Le opere d'arte sono racchiuse in una scatola rettangolare di cemento armato posta al centro del fabbricato, le gallerie vetrate avvolgono tale volume semplice ed elementare creando una zona di transizione e al tempo stesso di distribuzione delle funzioni di servizio. Alle superfici vetrate si alternano rivestimenti opachi di colore nero; al variare delle condizioni climatiche e a seconda della posizione del sole, la percezione di questa architettura cambia considerevolmente.

Altro progetto basato su elementi di filtro e di connessione quali sono gli spazi galleria è *Casa S* (1995-96), una casa privata destinata ad alloggiare due generazioni per un totale di sei persone, all'interno di una zona residenziale ad alta densità abitativa. Genitori, figli e nonni in una stessa casa, da cui la necessità di una grande zona living, ubicata al primo livello, di camere da letto per ciascuna coppia, collocate al piano terra, e dunque di privacy per ciascuna generazione. Un corridoio a tutta altezza circonda il cubo all'interno del quale sono situate, ai due livelli, le funzioni abitative: uno spazio semi-esterno che collega tutte le stanze al piano terra, esternamente caratterizzato da materiale traslucido, internamente da pannelli girevoli in legno, per regolare l'ingresso della luce e la privacy di ciascun ambiente.

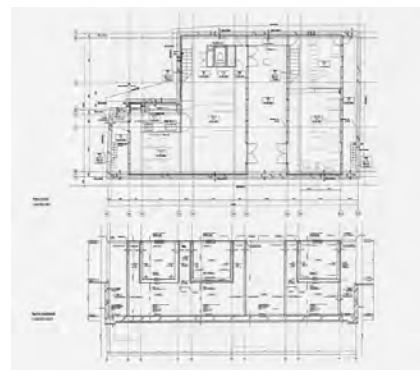
Casa M, invece, progetto anch'esso dello studio SANAA, ubicata a Tokyo e realizzata tra il 1996 e il 1997, produce fondamentalmente lo stesso risultato in termini di riservatezza e di differenziata penetrazione dell'ambiente circostante all'interno della casa ribaltando in sezione verticale il procedimento utilizzato precedentemente in pianta con l'adozione degli spazi galleria. L'obiettivo anche qui sembra essere stato quello di cercare un buon compromesso tra la volontà di connettersi in qualche modo al tessuto urbano in cui l'edificio si inserisce e la necessità di distanziarsi da esso. Il procedimento scelto per la costruzione è stato quello dello scavo; in questo modo è stato possibile raggiungere una distanza verticale appropriata sia rispetto alla strada che agli edifici circostanti. I pieni e i vuoti determinati dall'articolata sezione verticale individuano le non poche funzioni richieste: soggiorno, sala da pranzo, cucina, studio, camera da letto matrimoniale, camera degli ospiti, una stanza per i bambini da utilizzare in futuro, due bagni, due studi (uno per il marito e uno per la moglie) e due spazi per il parcheggio delle automobili.

Uno sviluppo di questo particolare approccio che SANAA riserva alla questione del rapporto in architettura tra interno ed esterno, tra l'edificio ed il suo intorno, è rappresentato dal progetto del *Museo O* (1995-1999).

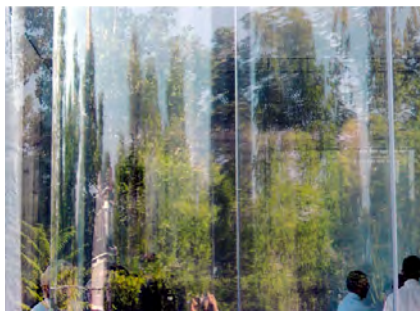
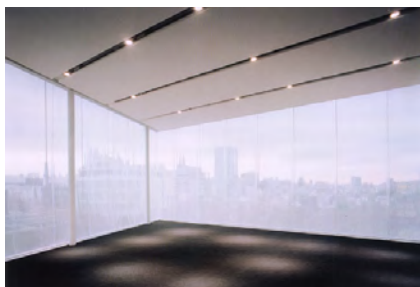
Il museo di Ogasawa è ubicato nella prefettura di Nagano lungo il pendio di una montagna, il sito è un pianoro isolato dove un tempo sorgeva un castello del periodo Muromachi (1392-1573). Quanto resta della costruzione precedente è soltanto uno Shoin, ovvero uno scrittoio-alcova, che, assieme all'area archeologica, rappresenta un'importante tesoro culturale. Il museo si presenta come un volume sospeso, staccato dal suolo, il che consente una completa leggibilità del sedime storico, ben adattandosi all'ambiente circostante. La scelta di sollevare il fabbricato dal terreno favorisce inoltre la protezione delle opere d'arte dall'umidità di risalita. Non vi sono gallerie in questo caso ma spazi intercomunicanti, che si susseguono seguendo la delicata curvatura che caratterizza la pianta del manufatto, adagiata lungo le curve di livello del sito. Il rapporto con l'esterno avviene mediante secondo diverse scale di opacità delle superfici perimetrali del museo, tra cui alcune non sono semplicemente trasparenti ma serigrafate con un motivo a fasce verticali, in contrasto con lo sviluppo decisamente orizzontale dell'edificio. Dunque vi è in questo progetto una maggiore propensione degli architetti verso la compenetrazione dell'architettura nel paesaggio, una minore presa di distanza rispetto al contesto.

È chiaro che le proprietà dei materiali, in particolare delle superfici trasparenti e riflettenti, contribuiscono ad una migliore interazione dell'architettura con il suo intorno, ma ciò che risulta interessante nell'opera di SANAA è il modo in cui queste superfici, più o meno opache, più o meno trasparenti, sono trattate. In una conversazione che Sejima e Nishizawa hanno con l'architetto svizzero Jacques Herzog⁶¹ viene affrontato il tema della trasparenza. Sejima afferma di essere stata alla *Dominus Winery*⁶², in Napa Valley, progetto dello studio Herzog&deMeuron, e di aver trovato il sistema di facciata al tempo stesso leggero e grave. L'edificio è caratterizzato in facciata da gabbioni di pietre che fungono da elementi filtro. Le pietre, procedendo dall'alto verso il basso, si fanno sempre più piccole, consentendo all'interno l'ingresso della luce naturale in modo differenziato. Jacques Herzog spiega che per la Dominus hanno usato la pietra perché questa assorbe tutto il calore del giorno che viene poi rilasciato la sera, e la pesantezza del materiale viene così controbilanciata dalla leggerezza della luce che attraversa le pareti, creando all'interno degli spettacolari giochi di luce.

Una scelta che si basa su un principio analogo è data dal progetto di *ampliamento dell'IVAM*, laddove non una superficie trasparente, ma una rete metallica forata consente il dialogo tra la zona filtro e la città. Progetti come il *Padiglione del vetro per il museo d'arte di Toledo* ed il *Dior Building*



59, 60 - Casa M, SANAA: pianta del livello interrato, sezione longitudinale e vista interna.



61 - Dior Building, SANAA: vista dall'interno.

62 - Dominus Winery, Herzog&de Meuron: particolare della facciata.

63 - Padiglione del vetro per il museo d'arte di Toledo, SANAA: dettaglio della parete vetrata

sfruttano invece le potenzialità proprie dei materiali vetrati e/o traslucidi. Nel padiglione i vari strati di pareti trasparenti permettono ai visitatori di percepire costantemente la presenza della vegetazione circostante; per quanto riguarda il negozio del marchio Dior, i pannelli che ne costituiscono la facciata e la comunicazione con il tessuto urbano, oltre a simulare, con le loro forme, la leggiadria dei tessuti e a far intravedere ciò che accade all'interno dell'edificio, consentono altresì al fabbricato di relazionarsi con il contesto secondo molteplici modalità di interazione, al variare delle ore del giorno.

Vi sono, infine, gli edifici che si relazionano al contesto in modo molto naturale e ne diventano una prosecuzione, dal *Multimedia Workshop* in Oogaki al progetto del *Mercedes Benz*, fino al *Rolex Learning Center*, nei quali l'edificio assume le sembianze di un'architettura-parco, per cui non è possibile distinguerlo dall'ambiente e dal sito cui appartiene. Prevala un senso di continuità, piuttosto che di mediazione, in modo particolare questo accade nel Rolex, dove, gli stessi architetti lo confermano, "ciò che si vede è uno spazio continuo; noi ricerchiamo sempre qualche relazione tra interno ed esterno, siamo interessati a creare un nuovo tipo di spazio"⁶³.

3.2.4 Struttura/Architettura

"Structure is really important. The structure not only supports the building, but also defines the space. For us it has a very strong relationship with every concept in the project. We always try to work with it."⁶⁴

Struttura come definizione di uno spazio; questa considerazione ci riporta immediatamente alle questioni affrontate inizialmente riguardo al rapporto spazio-struttura ed alle osservazioni circa il modo in cui lo spazio può essere occupato. Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa lavorano molto su questo aspetto, in ogni progetto le scelte relative al tipo di struttura sono sempre misurate in virtù della qualità dello spazio che si intende realizzare. In particolare, il loro approccio, che potremmo dire di impronta miesiana, vuole superare la dicotomia struttura-architettura, nel tentativo di eliminare il divario che vi è, in architettura, tra struttura portante ed elementi portati, un approccio che conduce ad una graduale sottrazione di materia, con conseguente liberazione dello spazio. Questo percorso inizia a concretizzarsi con un gruppo di tre progetti: l'*IIT Student Center* (Chicago, 1998), il *Park Café* (Ibaraki, 1997-98) ed il *Teatro e centro culturale De Kunstlinie* (Almere, 1998-2007), tutti elaborati dallo studio SANAA.

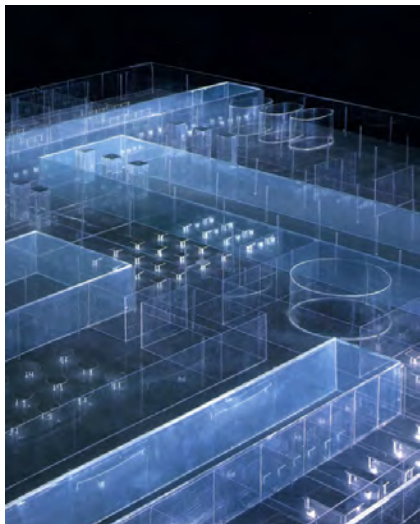


Il progetto per il Campus Center dell'Illinois Institute of Technology di Chicago, progetto per un concorso, non realizzato, consiste in un grande edificio di 85x170 metri, la cui forma esterna riprende la cosiddetta 'Chicago Grid'⁶⁵. È possibile accedere all'edificio da quattro direzioni, lo spazio si mostra omogeneo, se si analizzano le sezioni verticali, ma contiene differenti livelli di privacy, grazie alla disposizione di ambienti chiusi, semi-chiusi e di corti, cosicché il nuovo centro studi possa essere non soltanto un'architettura ma un parco in comunicazione con il resto del campus. Il sistema strutturale è costituito da colonne dal diametro di 139 mm con un interasse di 6 metri, cui si contrappone la non sottigliezza delle partizioni vetrate.

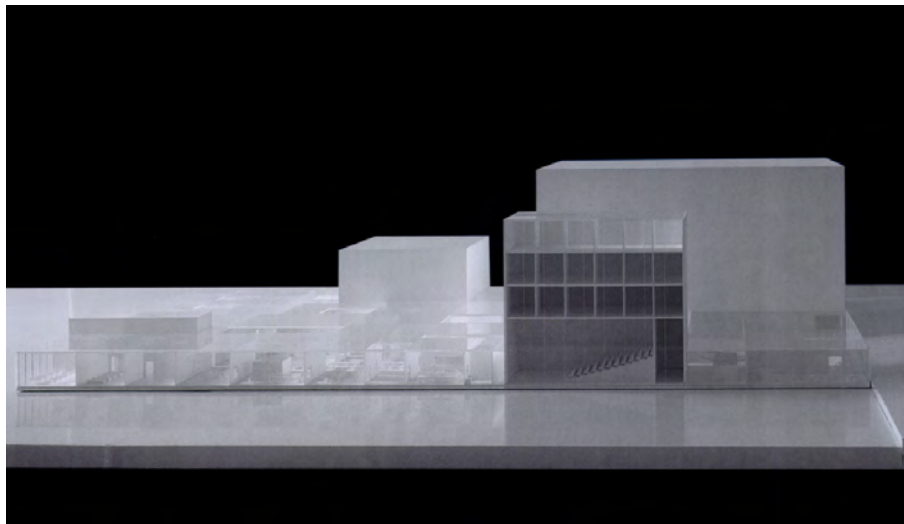
Il coevo progetto del Park Cafè, realizzato nella prefettura di Ibaraki, in Giappone, è un padiglione ed un coffee point all'interno di un parco di una città di provincia ad un'ora da Tokyo. L'edificio si eleva su un unico livello ed è caratterizzato fondamentalmente da una pianta tripartita, con due terrazze aperte su tre lati alle due estremità dell'impianto planimetrico ed una zona centrale racchiusa in un involucro trasparente. Una foresta di cento pilastri dal diametro di 60,5 mm e quattro setti rivestiti con pannelli in acciaio inox lucido costituiscono la struttura portante del padiglione. Le superfici di rivestimento riflettono l'ambiente circostante, gli elementi naturali che fanno parte del parco entrano in contatto con quest'architettura che non vuole presentarsi come un edificio oggetto ma come un luogo facente parte del contesto naturale in cui si inserisce.

Nell'anno in cui viene completata la realizzazione del Park Cafè, lo

64, 65 - Park Cafè, SANAA: vista dell'intero padiglione e particolare delle logge laterali.



66 - IIT Student Center, SANAA: plastico.



67 - Teatro e centro culturale De Kunstlinie, SANAA: modello.

studio SANAA inizia a lavorare ad un progetto che vedrà i due architetti giapponesi impegnati per diversi anni, il Teatro e centro culturale De Kunstlinie; soltanto nel 2007 infatti il complesso verrà terminato. Stadstheater, ad Almere, una città ad ovest di Amsterdam, rientra nel quadro generale del masterplan redatto dall'OMA, che ha affidato a SANAA l'incarico di progettare un teatro civico ed un circolo culturale pubblico sul lago prospiciente il nuovo centro urbano. All'interno di una pianta priva di gerarchie, dove ogni elemento spaziale riveste la medesima importanza, non si riscontra differenza tra sistema portante e sistema portato. L'ossatura resistente del fabbricato è infatti costituita da montanti piatti d'acciaio inseriti all'interno di quelle che appaiono come normali pareti divisorie. Il percorso progettuale che aveva avuto inizio con l'edificio per l'IIT di Chicago, proseguito con la realizzazione del padiglione del Park Cafè, raggiunge con questo progetto una maggiore definizione e chiarezza, nella costruzione di un'architettura che potremmo indicare come "orizzontale"⁶⁶, ovvero democratica nella scelta e nella combinazione degli elementi compositivi. L'intento è quello di evitare che vi sia un aspetto del progetto che prevalga sugli altri.

L'ingegnere strutturale Mutsuro Sasaki, che collabora spesso con Sejima e Nishizawa, ha spiegato che in tutti e tre i progetti appena descritti il concept strutturale si basa sull'idea di una completa dissoluzione ed obliterazione di una qualsiasi gerarchia strutturale e architettonica. Egli aggiunge, poi, che "as a result of this way of thinking about structures as an indivisible assemblage of structure and non-structural walls, a free subdivision of the plan (...) becomes possible."⁶⁷

Primi tentativi in questa direzione erano in realtà già stati sviluppati da Sejima nel 1991, con il progetto di *Casa N*. Si tratta di una residenza che si presenta come un parallelepipedo svuotato secondo forme curve per far spazio a due aree giardino con caratteristiche differenti; le pareti perimetrali sono vetrate e la struttura portante è ridotta a poche colonne a sezione circolare in corrispondenza dello spazio aperto, e ad alcuni setti portanti che suddividono la casa in quattro ambienti a doppia altezza. Tuttavia, la struttura è in questo caso, così come nel progetto del Park Café, presente, evidente. Nel teatro De Kunstlinie, invece, così come nel bellissimo progetto di *Casa in un giardino di pruni* (2001-2003), i pannelli, che sono struttura e architettura al tempo stesso, non si pongono come oggetti fisicamente consistenti, ma sono destinati a garantire un ingombro minimo. Questo vuol dire che, se nel teatro gli elementi strutturali hanno anche funzione in qualche modo di suddividere lo spazio, seppur nell'identificazione di grandi spazi, nell'obiettivo dichiarato di superare la distinzione tra architettura e struttura, nel padiglione del Park Café gli esili pilastri non individuano uno spazio sagomato da una struttura che lo delimita, ma lasciano lo spazio, se così si può dire, potenzialmente più aperto.

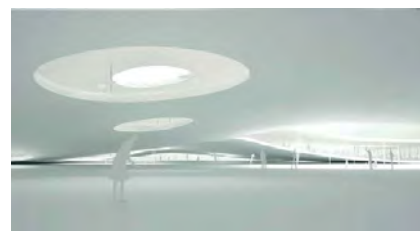
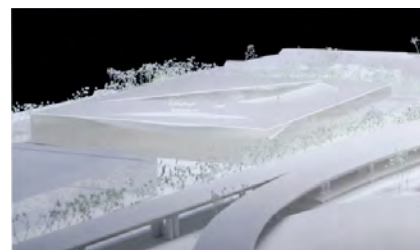
Uno sviluppo dell'approccio utilizzato da SANAA nel Park Café è rappresentato dal progetto per il *Nuovo museo Mercedes Benz* (2002 - concorso), allo stesso modo in cui quest'ultimo diventa un passaggio per la progettazione del *Rolex Learning Center* (2010).

3.2.5 Architettura orizzontale

L'architettura di Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa non si basa su riferimenti prestabiliti⁶⁸, su un'idea che governa il progetto fin dall'inizio del suo concepimento.

In una conversazione con il critico giapponese Koji Taki, Sejima spiega: "I focus on two stages within a basic design. In the first stage, there is no spatial image, since I do not determine my goals or methods ahead of time. I take a lot of the various elements before me, such as the wishes of the client, the condition of the plot, and whatever ideas I myself might have, and organize them. I put all these in a system, and then try moving forward into the basic design stage."⁶⁹

Questo vuol dire che, come hanno osservato Mariella Tesse e Luca Diffuse, "le idee, le soluzioni di SANAA sono molteplici e sviluppate in una serie

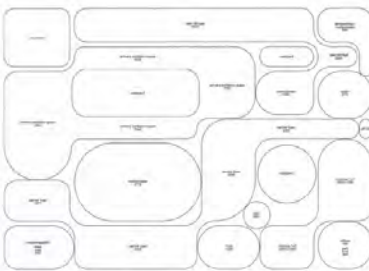
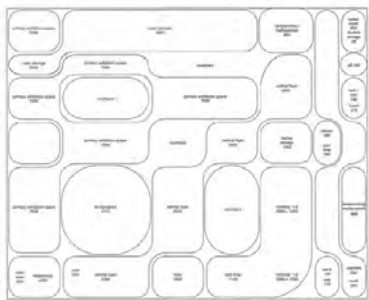
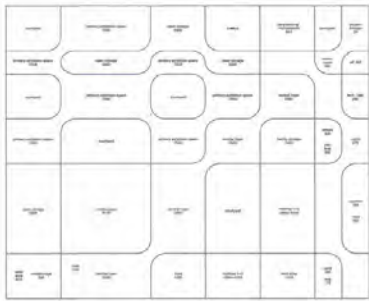


68 - Casa in un giardino di pruni, SANAA: particolare della terrazza.

69 - Casa N, Kazuyo Sejima: schizzo dell'interno.

70 - Nuovo museo Mercedes Benz, SANAA: plastico dell'edificio e dell'inserimento nel contesto.

71 - Rolex Learning Center, SANAA: modello di studio, lo spazio continuo al di sotto della superficie curva e forata.



72 - Padiglione del vetro per il museo d'arte di Toledo, SANAA: diagrammi progettuali.

di articolazioni tali che risulta difficile isolarne una dalle altre in maniera gerarchica. (...) le soluzioni tecniche che riguardano la struttura portante, la scelta dei dettagli costruttivi, la natura degli impianti sono integrate nel processo progettuale con la stessa importanza che rivestono altri aspetti della progettazione, quali l'organizzazione planimetrica, gli aspetti estetici, la relazione con il contesto, la percezione dell'edificio, canonicamente considerati più rilevanti", aggiungendo che, nell'architettura di Sejima e Nishizawa, "niente è predominante"⁷⁰. Non ci sono gerarchie progettuali, tutti gli elementi sono valutati con la stessa importanza entrando a far parte di un sistema che condurrà poi al progetto finale.

Questo atteggiamento, che potremmo definire democratico, produce una condizione di grande versatilità sia durante la fase di elaborazione del progetto sia dopo, una volta che l'edificio è stato realizzato. Abbiamo parlato precedentemente di flessibilità e adattabilità degli spazi creati da SANAA. Ma questa flessibilità non è altro che il risultato di un metodo, che Sejima stessa definisce 'method of Adjustment', quando, nel 1994, dice: "To plan a building is to give order to a confused condition and to discover in each project a method of adjustment that enables people to imagine a more positive way of using a building or living."⁷¹

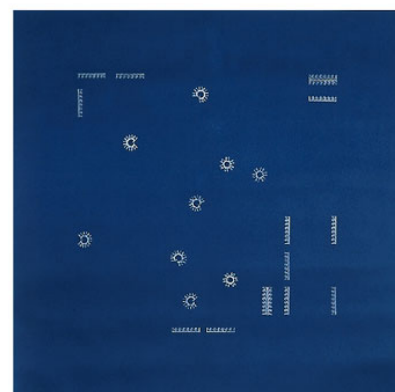
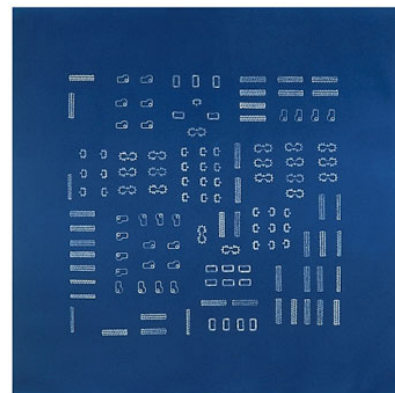
Questo metodo, come spiega l'architetto, tiene insieme tre aspetti fondamentali: ciò che deve contenere l'edificio, lo scopo per cui deve essere realizzato, dunque, le azioni che le persone compiranno al suo interno, e, come terzo elemento, la forma architettonica.

Tutti i progetti di SANAA iniziano con dei disegni di pianta in cui la fisicità dei materiali non è immediatamente presente, e proseguono mediante lo sviluppo di innumerevoli soluzioni, anche grazie alla elaborazione di numerosi plastici di studio. In particolare i disegni delle prime fasi di progetto somigliano a dei diagrammi, tanto che Yuko Hasegawa, che ha curato la monografia di SANAA per l'Electa, li ha paragonati ai dipinti dell'artista argentino Guillermo Kuitca⁷², in particolare alla sua serie di dipinti blu. D'altronde, è lo stesso Toyo Ito, maestro di Sejima, che definisce la sua architettura 'diagrammatica', in quanto ogni suo progetto è l'equivalente di un diagramma dello spazio utilizzato per descrivere le attività previste all'interno della struttura. Quando ci si trova in una sua architettura, Ito dice: "we are given to feel a totally new relationship between space and the body. (...) A space of this type is physical but, at the same time, an abstract plan."⁷³

Questa componente astratta, che in un certo senso equivale a ciò cui si riferisce Sejima quando parla di trasparenza, "I think that I try to find

some kind of transparency without transparent material. So not literal transparency, but through for example some kind of planning method”⁷⁴, ha uno stretto legame con la costruzione della forma architettonica. Cosa vuol dire? “Il modo in cui SANAA interpreta il programma è talmente astratto che non può diventare una forma. Esso è semplicemente troppo astratto per diventare così ben definito e riconoscibile a livello volumetrico.”⁷⁵ Per cui non è importante la forma in sé, ma è importante il procedimento che ha condotto a quella forma. Niente di diverso da quanto sosteneva Mies, se pensiamo alla lettera *Die Form* (vedi capitolo 1, paragrafo 1.2 *Spazio e Struttura*). In una conversazione che abbiamo già citato in precedenza tra Kazuyo Sejima, Ryue Nishizawa e Jacques Herzog, oltre al tema della trasparenza, viene affrontato anche il tema della forma. I due architetti giapponesi spiegano che all’inizio di un progetto provano molteplici forme e che non hanno una preferenza, ad esempio, tra le forme quadrangolari e quelle curve, “the shape is not such a big problem”⁷⁶, specifica Nishizawa. E lo stesso atteggiamento è condiviso da Jacques Herzog, il quale, a sua volta, chiarisce che non è interessato a cosa viene generato ma al come un progetto viene sviluppato; Herzog&de Meuron sono infatti famosi per le loro continue sperimentazioni sulle configurazioni formali e sulla ricerca costante sui materiali.

Infine, il fatto che le forme non debbano essere scelte in modo arbitrario, ma essere il risultato di un processo di metodo, ci fa anche capire cosa intende lo studio SANAA quando parla della figura dell’architetto come di una presenza trasparente, che non deve esprimere i propri desideri ed imprimere la propria idea lasciando un segno con la sua architettura.



73 - Peep show and video boots, Guillermo Kuitca.

74 - Gambling tables, Guillermo Kuitca.

Note

¹ *La stanza del tè*, in Okakura Kakuzo, *The Book of Tea*, 1906, *Il libro del tè Lo Zen e il sorriso del filosofo*, prefazione e traduzione dall'inglese di Piero Verni, Sugarco Edizioni, Varese 1994, p. 47.

² La CHA-NO-YU è un modo di preparare e bere il tè, bevanda che arriva dalla Cina in Giappone intorno all'ottavo secolo, e conosciuta per le sue proprietà medicamentose. Inizialmente limitato alle classi nobili, il suo utilizzo fu poi esteso a tutta la popolazione nel dodicesimo secolo, grazie ad un periodo di intensi scambi sino-giapponesi. Ben presto quello del tè diventa un vero e proprio rito, dotato di regole e canoni estetici ben precisi.

³ Okakura Kakuzo, famoso con il nome di Tenshin, muore nel 1913. Il libro del tè viene pubblicato nel 1906. Come scrive Piero Verni nella prefazione al testo, egli "appartiene a quel mondo culturale giapponese che ha cercato di opporsi alla occidentalizzazione del proprio paese".

⁴ In alcune circostanze i kami possono essere identificati come vere e proprie divinità, come le divinità dell'antica Grecia; in altri casi, invece, i kami stanno per oggetti naturali, spiriti che dimorano negli alberi, forze della natura, ovvero i cicli che regolano l'universo, come la fertilità o la crescita. Anche l'essere umano, in quanto potenziale spirito nobile, potrebbe essere considerato un kami.

⁵ Tadao Ando, *L'eternità nell'istante Il Santuario di Ise Jingu*, p. 474, in Francesco Dal Co, *Tadao Ando*, volume 1 1969-1994, Electa, undicesima edizione, Milano 2008.

⁶ Il ma è un concetto che racchiude spazio e tempo insieme: "è la distanza naturale tra due o più cose che si trovano in continuità, o lo spazio delimitato da pilastri e paraventi (la stanza) o, in termini temporali, la pausa naturale o intervallo tra due o più fenomeni che si succedono in continuità." Questa definizione, che è tratta dall'Iwanani dictionary of Ancient Terms, è riportata in Arata Isozaki, *Ma: Japanese Time-Space*, in *The Japan Architect* 7902, p. 70.

⁷ Arata Isozaki, *Ma: Japanese...op. cit.*, p. 71.

⁸ Il Santuario di Ise è stato fondato nel 690 d.C., ed è stato ricostruito ogni 20 anni, con alcune eccezioni. Dedicato alla dea scintoista Ise, è composto da strutture austere di hinoké (cipresso giapponese), che rispettano la forma del tradizionale deposito di riso.

⁹ Jun Aoki su Kazuyo Sejima in *The flexibility of Kazuyo Sejima*, in JA 35, 1999.

¹⁰ Arata Isozaki, *Ma: Japanese...op. cit.*, in *The Japan Architect*, 7902, p. 70.

¹¹ Tadao Ando, *From Self-Enclosed Modern Architecture Towards Universality*, in *The Japan Architect* 301, maggio 1982, tr. It. *Al di là del mondo chiuso dell'architettura moderna*, in Francesco Dal Co, *Tadao Ando*, op. cit., p. 446.

¹² ibidem p. 447. L'architetto si riferisce in particolare agli edifici in stile sukiya, dalla semplice Casa del té ad edifici più complessi come il Palazzo di Katsura.

¹³ Tadao Ando, *Introduction*, in *Tadao Ando. Buildings, Projects, Writings*, New York 1984, tr. it. *Interno, esterno*, in Francesco Dal Co, *Tadao Ando...op. cit.*, p. 449.

¹⁴ Il ritratto dell'Imperatore è un saggio edito per la prima volta a Tokyo nel 1988, tradotto in italiano da Yosuke Taki ed edito a Milano solo nel 2005; esso mette in luce l'utilizzo propagandistico del ritratto dell'imperatore che ha regnato in

nella seconda metà del XIX secolo. Si tratta di un avvenimento senza precedenti nella storia giapponese, in quanto per la prima volta l'immagine di un sovrano veniva pubblicamente diffusa attraverso la fotografia, sebbene fosse la fotografia di un ritratto (eseguito dall'italiano Edoardo Chiossone) e non dell'Imperatore in persona. Questo strano foto ritratto riuscì a rafforzare l'idea dell'Imperatore come entità divina.

¹⁵ Cfr. *Lo spazio politico generato dalla Go-shin-ei*, in Koji Taki, *Il ritratto dell'imperatore*, traduzione di Yosuke Taki, Edizioni Medusa, Milano 2005, pp. 192-193.

¹⁶ Filippo Orsini, *Armonia giapponese*, in Casabella 815-816, p. 93.

¹⁷ Luca Diffuse, Mariella Tesse, *SANAA Sejima + Nishizawa Bellezza disarmante*, Universale di Architettura fondata da Bruno Zevi 168, Marsilio, Venezia 2007, p. 38. Gli autori inseriscono questo progetto nel capitolo *Esperienza della disposizione*, sottolineando la sensibilità dell'architetto giapponese nei confronti di possibilità distributive inedite.

¹⁸ Carlos Martí Arís, *Silencios elocuentes*, trad. it. di Simona Pierini con la collaborazione di Annalisa Ponti, *Silenzi eloquenti. Borges, Mies van der Rohe, Ozu, Rothko, Oteiza*, Marinotti Edizioni, Simona Pierini (a cura di), Milano 2002, quinta ristampa, settembre 2009, p. 153. L'autore si interroga circa il rapporto che l'architettura ha con l'arte moderna di matrice astratta, spiegando che la logica dell'astrattismo consiste nella discretizzazione del reale in elementi separati e nella ricerca delle relazioni che tra di essi si costruiscono.

¹⁹ Fernando Espuelas, *Il Vuoto...op. cit.*, p. 93.

^{20, 21, 22} Michel Random, *Giappone: la strategia dell'invisibile*, Genova, ECIG, 1988, p. 176.

²³ Tadao Ando, *Introduction... op. cit.*, p. 449.

²⁴ Tadao Ando, *Probing, Through Sensibility, Every Manner of Phenomenon*, in Tadao Ando. *Beyond Horizons in Architecture*, Tokyo 1992, tr. it. *Sperimentare attraverso la sensibilità*, in Francesco Dal Co, *Tadao Ando...op. cit.*, p. 467.

²⁵ Carlos Martí Arís, *Silencios elocuentes...op. cit.*, p. 48.

²⁶ Giovanna Crespi, *Tra i ritagli di Tokyo – Satoshi Okada*, in Casabella 825, p. 54.

²⁷ Nyogen Senzaki, Paul Reys, *101 Zen Stories*, 1957, tr. it. di Adriana Motti, *101 Storie Zen*, Adelphi, Milano 1973, p. 10-11.

²⁸ *La stanza del tè*, in Okakura Kakuzo, *The Book of Tea... op. cit.*, p. 58.

²⁹ *L'assenza*, in Fernando Espuelas, *Il Vuoto... op. cit.*, p. 203.

³⁰ Maria Zambrano, *Claros en el bosque*, Barcelona, Seix Barral, 1986, p. 11, in Fernando Espuelas, *Il Vuoto... op. cit.*, p. 203.

³¹ Carlos Martí Arís, *Silencios elocuentes... op. cit.* Il testo è dedicato all'operato di cinque figure che appartengono a diversi ambiti disciplinari, letteratura, architettura, cinema, pittura e scultura, che hanno in comune il rifiuto dell'arte come espressione dell'individualità personale a favore della creazione di un'opera capace di interpretare la realtà e ospitare le interpretazioni di coloro che la osservano. Un percorso trasversale, ricco di rimandi in ogni direzione e settore dell'arte, perfettamente inserito all'interno del dibattito tra moderno e contemporaneo, di cui l'autore analizza un aspetto molto specifico: il silenzio.

³² ibidem, p. 14.

³³ Mark Rothko, *The Tiger's Eye*, n. 2, 1947, p. 44, in Mark Rothko, *Scritti*, a cura di A. Salvini, Abscondita Editore, Milano 2002.

³⁴ ibidem, p. 57.

³⁵ ibidem, p. 65. Questa espressione ha un chiaro richiamo ai procedimenti astratti, tematica che verrà sviluppata nel successivo paragrafo dedicato all'architettura di Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa, relativamente ai procedimenti compositivi.

³⁶ ibidem, p. 68.

³⁷ ibidem, p.65. Octavio Paz, scomparso nel 1998, è stato un poeta, saggista e diplomatico messicano, premio Nobel per la letteratura nel 1990.

³⁸ George Steiner, *Linguaggio e silenzio*, trad. it., Rizzoli, Milano 1972.

³⁹ Koji Taki, *A Conversation with Kazuyo Sejima*, in El Croquis n. 77, Kazuyo Sejima 1988-1996, p.6.

⁴⁰ Cristina Diaz Moreno e Efren Garcia Grinda in un articolo pubblicato su El Croquis n. 121-122, SANAA 1998-2004, *Ocean of air*, dedicato all'operato di Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa, scrivono: "It is hard to identify in it anything like an idea. (...) In the design process no point is more important than any other. (...) So, everything is important and everything is a project object." Ed ancora, aggiungono: "Apparently there is nothing to explore, there is nothing to understand (...), not a desire to feed in complexity." Ma questa apparente semplicità è il risultato di un lungo processo di manipolazione, in senso positivo, del progetto; si può raggiungere la sintesi, la elementarità, soltanto dopo aver lavorato e risolto la complessità delle questioni che inevitabilmente fanno parte del procedimento progettuale.

⁴¹ *Liquid Playgrounds, fragments from a conversation*, in El Croquis n. 121-122, p.18.

⁴² Frammento di un'intervista a Kazuyo Sejima al Cersaie (Salone Internazionale della Ceramica per l'Architettura e dell'Arredobagno) 2011.

⁴³ El Croquis 121/122: SANAA Sejima + Nishizawa 1998 - 2004, p. 322.

⁴⁴ Yuko Hasegawa, *Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa SANAA*, Electa, seconda edizione, Milano 2011, p. 238.

⁴⁵ ibidem, p.238.

⁴⁶ Mohsen Mostafavi, *A conversation with Kazuyo Sejima and Ryue Nishizawa*, Tokyo - Autumn 2010, in El Croquis n. 155, SANAA 2008-2011, p. 11.

⁴⁷ Kazuyo Sejima, *Face to Face*, in *Hunch 6/7. 109 Provisional Attempts to Address Six Simple And Hard Questions About What Architects Do Today And Where Their Profession Might Go Tomorrow*, the Berlage Institute, Nai Publishers, Rotterdam, giugno 2003, in Florian Idenburg, *Relations in the architecture of Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa*, traduzione dall'inglese di Luca Diffuse, Postmedia Srl, Milano, 2010, p. 49. Florian Idenburg, olandese, fondatore dello studio SO-IL, ha lavorato dal 2000 al 2007 come associato per SANAA a Tokyo. Insegna architettura alla Columbia University Graduate School of Design di Harvard. In questo piccolo testo, in doppia lingua, italiano ed inglese, *Relations/Relazioni*, descrive un po' le origini della cultura architettonica di Sejima e Nishizawa, mostrandoci l'importanza del sistema delle relazioni che lo spazio e le persone possono creare con l'architettura e grazie all'architettura, in particolare con l'architettura di SANAA, in cui lo spazio è privo di complicazioni, e proprio per questo incline a differenziate forme

di comunicazione.

⁴⁸ Kazuyo Sejima in Von Peter Popp, Emilia Margaretha, *Trasparenza integrativa: Louvre Lens di SANAA*, pubblicato sulla pagina web www.detail-online.com, 14.12.2012.

⁴⁹ Kazuyo Sejima, *Explanation of the projects*, translated into English by Marika Neustupny, in The Japan Architect (JA) n. 35, autumn 1999, Kazuyo Sejima 1987-99, Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa 1995-99, p. 118-119.

⁵⁰ Kazuyo Sejima, in JA n. 35, 1999, p. 119.

⁵¹ Alejandro Zaera, *A conversation with Kazuyo Sejima and Ryue Nishizawa*, in El Croquis 99, Kazuyo Sejima Ryue Nishizawa 1995-2000, p. 17.

⁵² Jun Aoki, *The flexibility of Kazuyo Sejima*, in JA n. 35, 1999, p. 6.

⁵³ ibidem, p. 7.

⁵⁴ Kazuyo Sejima, in JA n. 35, 1999, p. 118.

⁵⁵ cfr. Florian Idenburg, *Relations...op. cit.*, p. 43.

⁵⁶ Kazuyo Sejima, l'affermazione è estratta da una lezione che Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa hanno tenuto il 7 novembre del 2011 al California College of the Arts, presso il campus di San Francisco.

⁵⁷ Florian Idenburg, *Relations...op. cit.*, p. 48.

⁵⁸ Luca Diffuse, Mariella Tesse, *SANAA...op. cit.*, p. 55.

⁵⁹ Kevin Lynch (1918-1984), docente di urbanistica al Massachusetts Institute of Technology di Boston e allievo di Frank Lloyd Wright, individua, nel testo *The Image of the City*, edito la prima volta nel 1960 presso lo stesso Istituto di Boston e poi successivamente tradotto in italiano, alcuni elementi che, secondo lui, definiscono l'immagine di una città: i percorsi, i margini, i quartieri, i nodi e i riferimenti. Il tentativo di Lynch è quello di capire che cosa significa effettivamente per i suoi abitanti la forma di una città, come si costruisce e come si conserva nella nostra memoria la figura di questa macchina così complessa e articolata quale è, in modo particolare, la città contemporanea. Nello specifico, i riferimenti sono oggetti fisici, un edificio, un'insegna, una torre, di aspetto singolare, tali da essere distinti dagli altri oggetti vicini, per cui facilmente identificabili. L'edizione italiana consultata è la seguente: Kevin Lynch, *L'immagine della città*, Paolo Ceccarelli (a cura di), Marsilio Editori, Venezia, tredicesima edizione, gennaio 2008.

⁶⁰ Kazuyo Sejima, *Explanation of the projects*, in JA N. 35, p. 119.

⁶¹ *Materials and shapes Fragments of a conversation between Jacques Herzog, Kazuyo Sejima and Ryue Nishizawa*, in JA n. 35, 1999, p. 4.

⁶² L'edificio è stato concepito nel 1995 da Herzog&de Meuron a supporto dell'attività del famoso viticoltore di Bordeaux Christian Moueix, abile nell'intuire le grandi potenzialità dell'area di Napa Valley per la coltivazione dell'uva e l'industria del vino. L'edificio si inserisce perfettamente nel suo contesto, oltre che per le caratteristiche compositive, sicuramente anche grazie alla originalissima soluzione adottata per le pareti perimetrali: delle vere e proprie gabbie, ottenute mediante grate metalliche, riempite di pietra locale, un basalto venato verde e nero. La trama costituita dalle pietre si fa più o meno densa a seconda della necessità di filtraggio di luce che lo spazio interno corrispondente richiede: le pietre pesanti e grosse sono in alto e quelle piccole in basso, al contrario del bugnato

degli edifici storici.

⁶³ Tratto dalla lezione, già menzionata, del novembre 2011 al California College of the Arts, presso il campus di San Francisco.

⁶⁴ *Liquid Playgrounds...op. cit.*, p. 16.

⁶⁵ The Japan Architect (JA) n. 35, 1999, p. 32.

⁶⁶ cfr. Giovanna Crespi, *Un teatro sull'acqua*, in Casabella n. 757, luglio-agosto 2007, pp. 27, 31.

⁶⁷ Mutsuro Sasaki, *The future for architecture and structure*, in JA n. 35, p. 38. Nello stesso articolo si legge, in riferimento al Teatro De Kunstlinie: "In its ultimate form, this is an architecture in which there is no distinction between main structure, secondary structure and non-structural space-dividing walls, and all architectural elements are arranged on equal terms. (...) More specifically, the main structure is a wall panel so thin that it is indistinguishable from a single-space dividing element, while the roof consists of flat-roof panels made as insubstantial as possible, so that the overall structural system is made up entirely of slice-thin panels."

⁶⁸ Kazuyo Sejima: "In genere non abbiamo riferimenti". L'architetto chiarisce questo concetto in una conferenza alla Columbia University, New York, 2003. La frase è riportata in Florian Idenburg, *Relations...op. cit.*, p.42.

⁶⁹ Koji Taki, *Conversation with Kazuyo Sejima*, in El Croquis n. 77, p. 6.

⁷⁰ Luca Diffuse, Mariella Tesse, *Sanaa...op. cit.*, p. 18.

⁷¹ Jun Aoki, *The flexibility...op. cit.*, p. 6. L'affermazione è tratta dal testo Shinken-chiku-sha, maggio 1994.

⁷² Yuko Hasegawa, *Space that obliterates and erases programs*, in El Croquis n. 99, pp. 20-25. Guillermo Kuitca è nato a Buenos Aires il 22 gennaio 1961, è un pittore argentino, figura chiave dell'arte latinoamericana, conosciuto soprattutto per le carte geografiche e i disegni architettonici. Kuitca ha esposto in tutto il mondo ed i suoi lavori sono entrati a far parte delle maggiori collezioni internazionali, tra cui il Met, MoMA, l'Art Institute of Chicago, la Tate Gallery, lo Stedelijk Museum e il Hirshhorn Museum and Sculpture Garden. Il suo lavoro è stato inoltre esposto alla Biennale di Venezia del 2007.

⁷³ Toyo Ito, *Diagram architecture*, in El Croquis 77, p. 20.

⁷⁴ Alejandro Zaera, *A conversation with Kazuyo Sejima and Ryue Nishizawa*, in El Croquis 99, p. 15.

⁷⁵ Luca Diffuse, Mariella Tesse, *Sanaa...op. cit.*, pp. 18-19. È esattamente quello che afferma Kazuyo Sejima nella conversazione con Alejandro Zaera: "I think that the way we understand the programme is very abstract, so it can't become a form. It cannot be turned into something that is an identifiable form, because it is just too abstract to become so well defined. So the most important thing is how the relationships occur.", in El Croquis 99, p. 18.

⁷⁶ *Materials and shapes... op. cit.*, in JA n. 35, 1999, p. 4.

PARTE TERZA

CAPITOLO QUARTO

L'esperienza del Rolex Learning Center

*“One very important theme for us is atmosphere:
researching about how to produce an atmosphere
and how it is experienced.*

Atmosphere has two meanings for us.

*One is the atmosphere that a building creates,
outside and inside,
that does not exist before the building is constructed.*

*The other is the atmosphere that exists
before the building is constructed.*

Both are very important.”

Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa / SANAA
Liquid Playgrounds, fragments from a conversation

4.1 Portfolio





Dati di progetto:

LOCALIZZAZIONE

EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne), Losanna, Svizzera

COMMITTENTE

EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne)

PROGETTO

Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa / SANAA

TEAM DI PROGETTISTI

Kazuyo Sejima, Ryue Nishizawa, Yumiko Yamada, Rikiya Yamamoto, Osamu Kato, Naoto Noguchi, Mizuko Kaji, Takayuki Hasegawa, Louis Antoine Grego (former staff: Tetsuo Kondo, Matthias Hertel, Catarina Canas), con Architrav SA (local architect)

GENERAL PROJECT MANAGEMENT

Botta Management Group AG

STRUTTURE

Mutsuro Sasaki / SAPS, Bollinger + Grohmann Ingenieure, Walther Mory Maier Bauingenieure AG, BG Ingenieure Conseils

CONSULENTI

Emmer Pfenninger AG (facciate), Enerconom AG, Scherler SA (CVSE), Sorane SA (energy concept)

IMPRESA

Losinger Construction

DATI DIMENSIONALI

88.000 mq superficie sito

37.000 mq superficie complessiva

CRONOLOGIA

2004: progetto

2007-2009: realizzazione

22 febbraio 2010: inaugurazione

















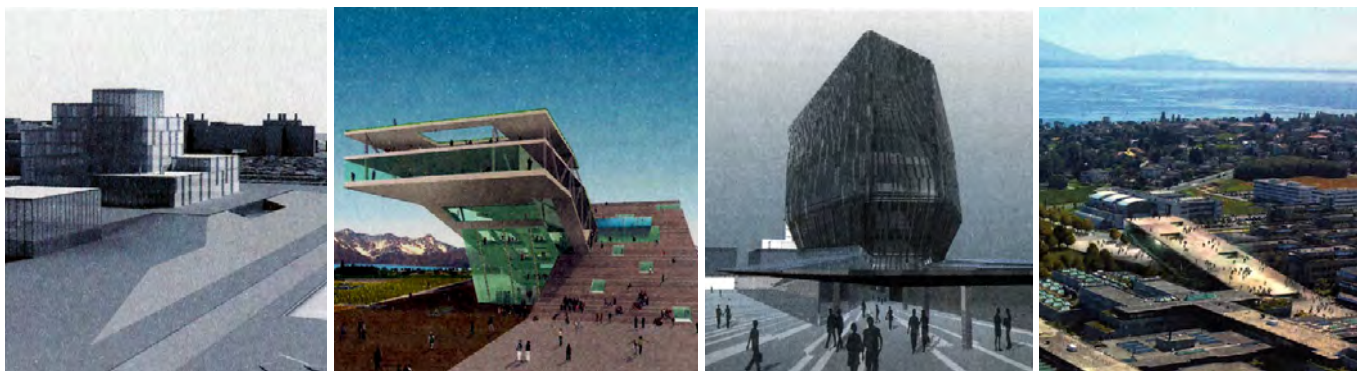




4.2 Architettura e Paesaggio

La Scuola Politecnica Federale di Losanna è un campus di alto livello per l'ingegneria, la tecnologia e le scienze informatiche, ed è anche tra quegli istituti universitari che negli ultimi anni sta avendo una crescita molto veloce a livello mondiale¹. Il Presidente, Patrick Aebischer, convinto che l'EPFL avesse anche bisogno di una struttura che rendesse il campus un centro di eccellenza, decide, nel 2004, di bandire un concorso per un learning center, un luogo di apprendimento, in cui favorire la collaborazione tra ricercatori, matematici, ingegneri, neuroscienziati, oltre che tra gli studenti dell'EPFL. All'interno del bando sono indicati pochi vincoli volumetrici, ma un complesso programma funzionale che prevede la realizzazione di due biblioteche, una scientifica, l'altra multimediale, una libreria, più di 800 postazioni studio, un anfiteatro da 600 posti, uffici e laboratori, due caffetterie, un ristorante ed una banca. Dodici progetti vengono selezionati per la seconda ed ultima fase della competizione, tra cui grandi firme dell'architettura contemporanea: Abalos&Herreros, Xaveer De Geyter, Diller Scofidio + Renfro, Du Besset & Lyon, Zaha Hadid, Herzog & de Meuron, Mecanoo, Jean Nouvel, Valerio Olgiati, Rem Koolhaas/OMA, Livio Vacchini + Eloisa Vacchini e Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa/SANAA. Il 24 novembre 2004 la giuria, all'unanimità, decreta lo studio SANAA vincitore del concorso. Molti degli studi finalisti avevano presentato lavori ricchi di spazi ibridi e spettacolari, capaci di introdurre un'icona forte all'interno del contesto del campus, tutto sommato abbastanza scarso architettonicamente. Sono stati proposti progetti di edifici dalla grande presenza volumetrica e formale, in particolare i progetti di Herzog & de Meuron, di OMA e di Diller Scofidio + Renfro, ed oggetti compatti e scultorei, tra cui le proposte di Mecanoo, Zaha Hadid e dello studio Vacchini.

1, 2 - Alcuni dei progetti finalisti della seconda fase del concorso per il Rolex Center, da sinistra verso destra: Abalos&Herreros, Diller Scofidio + Renfro, Zaha Hadid, Herzog & de Meuron, Mecanoo, Jean Nouvel, Rem Koolhaas/OMA, Livio Vacchini + Eloisa Vacchini.

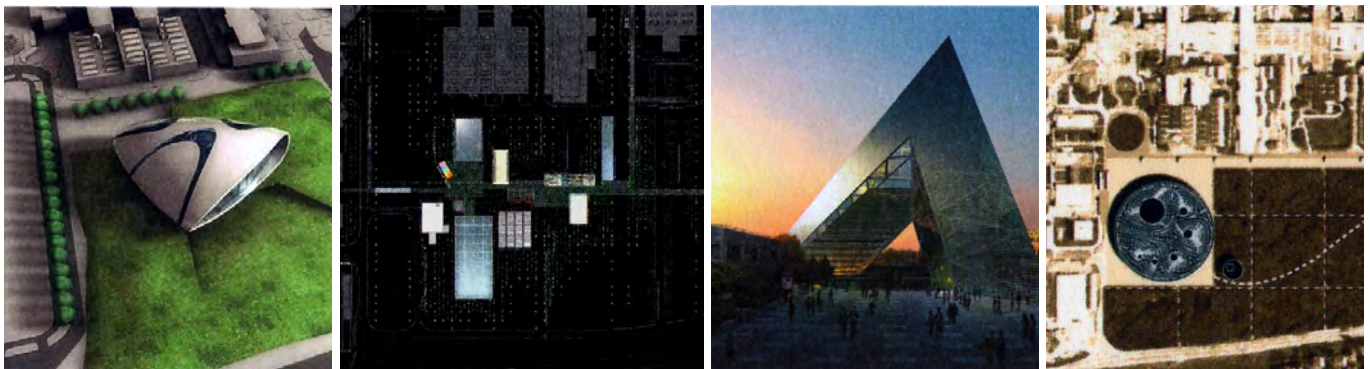


Il progetto vincitore, di Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa, segue logiche diverse, non vuole essere un edificio di impatto o un oggetto in grado di lasciare un segno sul territorio, e contrappone alla competizione volumetrica uno sviluppo prevalentemente orizzontale. Nel campus dell'EPFL di Losanna lo studio SANAA progetta un edificio che in un certo senso ridefinisce il concetto dell'andare a scuola.

In un momento in cui gli studenti potrebbero comodamente navigare da casa alla ricerca di tante informazioni utili alla loro formazione, il Rolex Learning Centre vuole offrire qualcosa in più di un centro per la ricerca e la diffusione delle informazioni, esso vuole essere innanzitutto “a space for living”², uno spazio da vivere e che possa essere utilizzato da tutti.

Nel tentativo di riconciliare la divaricazione tra la continuità dell'agire delle persone e l'architettura, aspetto cui entrambi gli architetti lavorano sin dai loro primi progetti (cfr. Capitolo terzo, paragrafo 3.2.2 *L'utilizzo dello spazio ed il concetto di flessibilità/adattabilità*), l'edificio del Rolex Learning Center prevede una distribuzione delle funzioni richieste in un unico grande spazio continuo, “dove le possibilità di scambio tra le diverse discipline sono moltiplicate e i confini tra esse resi più labili”³.

Racchiusa in pianta all'interno di un esatto rettangolo, la piastra ondulata e forata che accoglie tutte le attività legate allo studio ed alla ricerca, si configura come un park landscape⁴, dal quale è possibile fruire della topografia circostante del lago di Ginevra e delle Alpi svizzere, e che, in qualche modo, richiama la morfologia della città di Losanna, organizzata su rampe e terrazzamenti. C'è un'immagine nel video girato da Pierre Maillard, *Le Paysage Interieur/The Interior Landscape* (in cui vengono descritte le fasi di elaborazione delle idee progettuali per il Rolex Center e le successive fasi di realizzazione della struttura), un fotomontaggio con il paesaggio montuoso che si staglia sullo sfondo, in cui si percepisce immediatamente lo stretto legame che il progetto di SANAA vuole instaurare con il paesaggio.





3 - Immagine satellitare attuale.

4 - Fotoinserimento del plastico del progetto, in cui si evidenzia il rapporto che l'edificio vuole instaurare con il paesaggio.

5, 6 - Maquette della soluzione di progetto proposta dagli architetti alla seconda fase del concorso. Sulla destra Kazuyo Sejima nell'intento di mostrare il progetto.

Tutte e tre le immagini sono estratte dal video di Pierre Maillard *Le Paysage Interieur*.

La posizione della Scuola Politecnica Federale di Losanna sulla sponda settentrionale del Lago di Ginevra con il panorama alpino è unica, e questo fattore ha da subito condizionato gli orientamenti degli architetti. Spiega Nishizawa: “L’idea delle onde si è sviluppata sin dall’inizio, quando abbiamo assunto l’incarico. Verso nord si trovano gli edifici universitari, verso sud il lago di Costanza con le Alpi sullo sfondo. Il progetto doveva conservare il collegamento tra scuola e sponde lacustri”⁵.

La stessa Sejima chiarisce che l’edificio era stato immaginato fin dall’inizio come un parco, un edificio - paesaggio ed uno spazio in grado di offrire la possibilità di comunicare, dunque, un luogo aperto a tutti, e capace di trasmettere una sensazione ininterrotta di calma ed un rapporto senza confini con la città circostante. Una prima scelta è stata quella di lavorare sull’orizzontalità, nell’obiettivo di concentrare in un unico livello tutte le attività. Inoltre, spiega Nishizawa, “arrivando studenti da tutte le direzioni, volevamo avere solo un ingresso centrale che doveva essere nel fulcro dell’edificio. Ma come era possibile realizzarlo in un edificio ad un piano non ci era ben chiaro. Si richiedeva poi che dalla biblioteca e dal ristorante si vedesse il lago da un punto più alto. (...) Così è nata l’idea di un’onda”⁶, una forma organica interrotta da una serie di corti che consentono una maggiore interazione con il paesaggio.

“Le corti interne”, chiarisce Sejima, “creano un contatto con il mondo esterno e provvedono alla trasparenza dell’open space raccolto in un guscio di calcestruzzo. Naturalmente non si può attraversare con lo sguardo l’intero edificio, ma con le onde a pavimento e a soffitto si vede sino alla prossima collina”⁷.

La piastra ondulata si alza e si abbassa, ergendosi dal manto erboso sul quale poggia per una mezza dozzina di metri, e la copertura segue la stessa morfologia, fatta eccezione per la zona dell’auditorium.

Sinuosi movimenti orografici danno vita così ad “una topografia collinare continua, caratterizzata da alture, radure e avallamenti e scandita da patii ed elementi vetrati di varie dimensioni, in modo che gli ambienti per le diverse attività siano separati ma sempre connessi tra loro e con il paesaggio circostante, dissolvendosi l’uno nell’altro”⁸.

Inoltre, il rapporto con il contesto è garantito anche dalla libertà dei flussi circolatori; si può accedere all’edificio da quattro direzioni, che corrispondono alle direzioni principali degli assi cardinali, nord-sud ed est-ovest e, una volta all’interno, niente impedisce di vedere oltre, e ti chiedi: “dove sono i muri in questo edificio?”⁹ Si avverte una strana sensazione, quella di essere all’interno di un luogo, ma, allo stesso tempo, anche all’esterno,

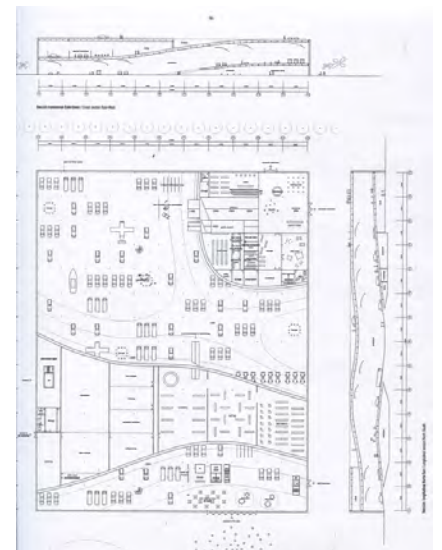
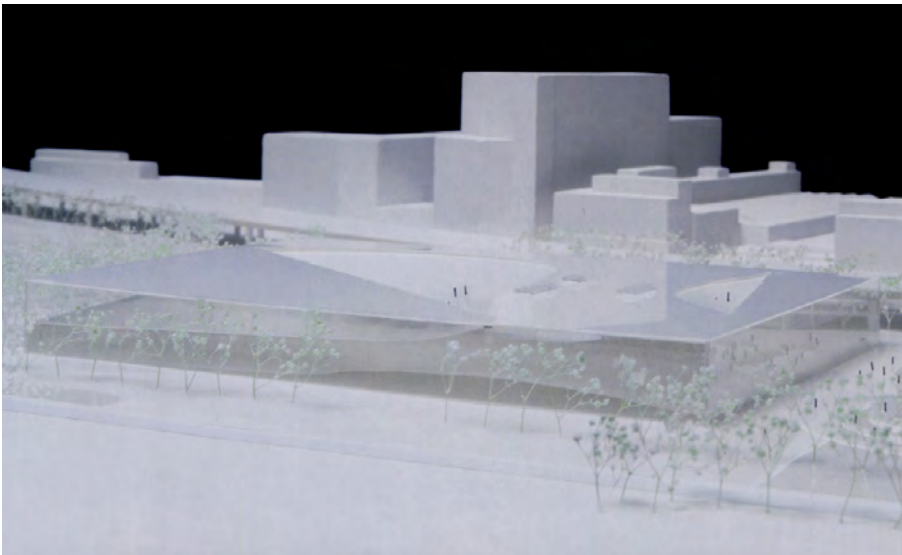
come in un parco.

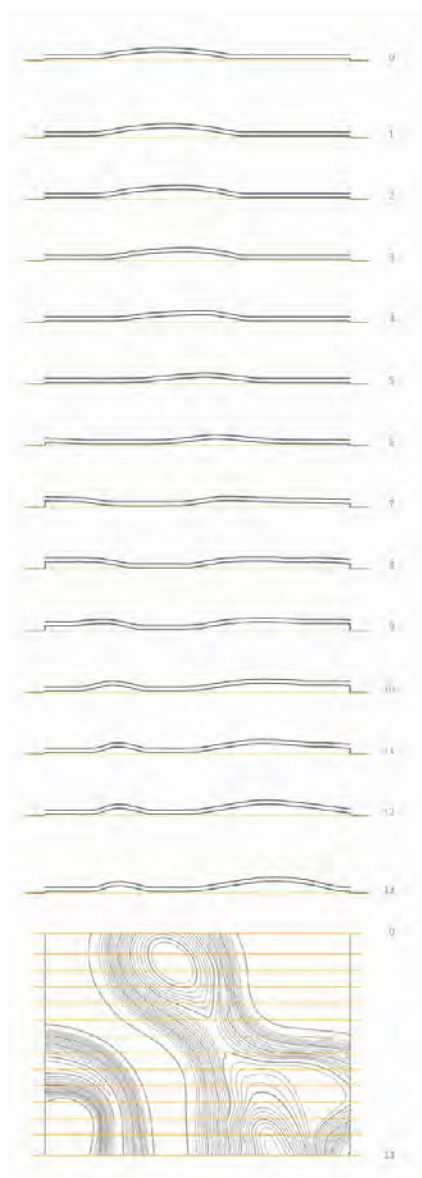
Se pensiamo ai precedenti progetti dello studio SANAA, ci rendiamo conto che questa attenzione nei confronti del rapporto tra architettura e contesto, architettura e paesaggio, è sempre stata molto presente.

Abbiamo già trattato nel capitolo precedente, in particolare nel paragrafo 3.2.3 *Rapporto interno - esterno*, il modo in cui gli architetti costruiscono le relazioni tra l'edificio ed il suo intorno. Si è parlato di spazi galleria-filtro tra l'interno e l'esterno in progetti come il Multimedia Workshop, il Museo N, Casa S e Casa M, i quali, seppur sviluppando questo tema in maniera differente, hanno in comune la volontà di stabilire un rapporto di mediazione con il paesaggio. Altri edifici, come il Padiglione del Vetro di Toledo, il Museo O ed il Dior Building, sfruttano anche le caratteristiche dei materiali adottati per rafforzare l'interazione con il contesto. Esperienze simili le ritroviamo ancora in progetti come il Museo d'arte contemporanea del XXI secolo di Kanazawa, dove, tuttavia, il museo d'arte non è inteso come un parco, una prosecuzione dell'ambiente circostante, ma come un giardino, con momenti di sosta e di interrelazione con l'esterno. Ma c'è un progetto in particolare, non realizzato, che ha molti punti di contatto con l'edificio del Rolex Learning Center; mi riferisco alla proposta per il Nuovo Museo Mercedes Benz, elaborata dallo studio SANAA nel 2002, all'interno di un concorso al quale i due architetti si sono classificati secondi.

Obiettivo dei progettisti era quello di convertire il sito in cui sarebbe sorto il nuovo edificio museale in un parco, nel quale il museo si sarebbe dovuto totalmente integrare. Analogamente al progetto del Rolex, il museo si

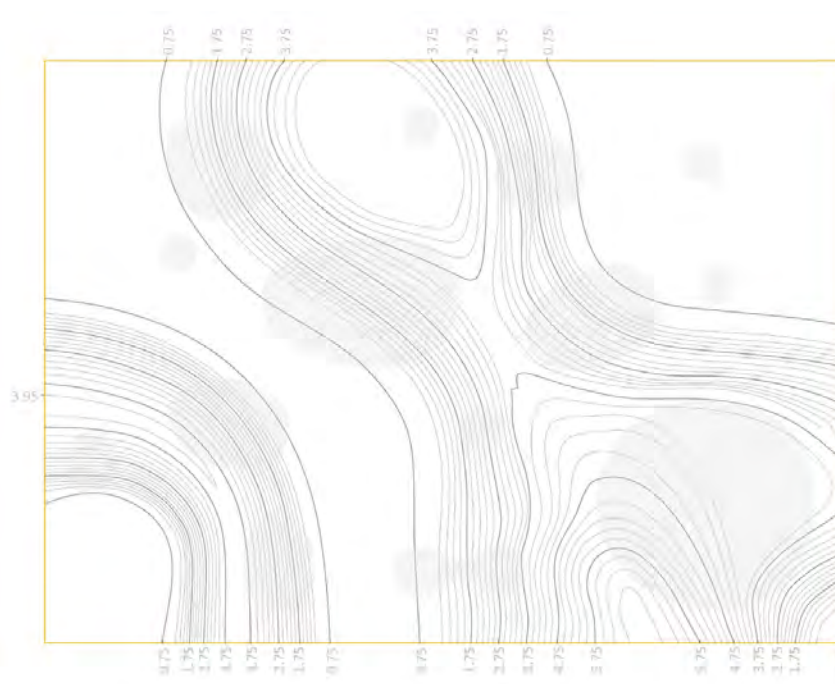
7, 8 - Nuovo Museo Mercedes Benz, SANAA: plastico di studio, pianta e sezioni verticali.





9 - Sezioni verticali longitudinali del Rolex Learning Center in direzione est-ovest.

10 - Curve di livello della piastra ondulata, con quote altimetriche ogni 20 cm, e indicazione dei patii.



sviluppa in orizzontale e si compone di due piastre sovrapposte leggermente ondulate, con due grandi tagli a forma di foglia in copertura; i due piani ondulati suddividono in tal modo l'edificio in tre ambienti, di cui i primi due ospitano gli oggetti espositivi, le auto, mentre l'ultimo si apre ad un tetto giardino. Gli utenti possono accedere al museo al di sotto del piano espositivo, passando così sotto la prima piastra ondulata; una foresta di sottili pilastri, organizzati in base ad una griglia regolare, suddivide lo spazio interno, creando una sensazione di intimità tra i visitatori e gli oggetti esposti. Le auto, disposte seguendo le ondulazioni delle due piastre, e quindi non in modo usuale su di uno stesso piano, possono essere osservate da differenti angolazioni, il che genera situazioni spaziali e scorci visivi estremamente interessanti.

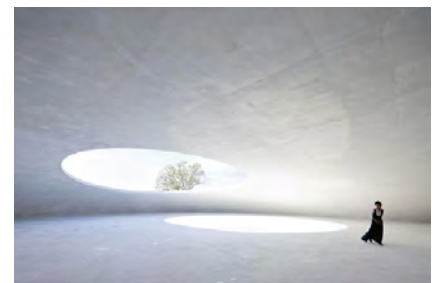
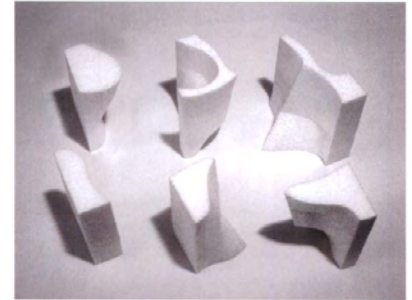
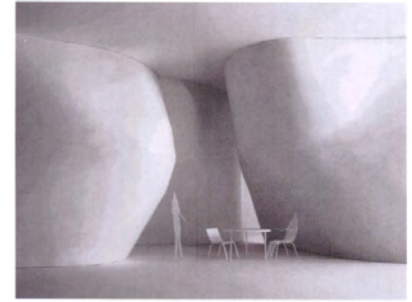
Il progetto del Mercedes-Benz costituisce senza dubbio l'esempio di edificio-parco più vicino a ciò che Sejima e Nishizawa hanno realizzato nel campus dell'EPFL.

4.2 Relazioni

In un'intervista a Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa, pubblicata su Detail, viene chiesto agli architetti quale fosse, concettualmente, l'obiettivo del progetto del centro di apprendimento per la Scuola Politecnica di Losanna; gli architetti rispondono dicendo: "Noi stessi siamo impazienti di vedere come l'utente si approprierà di uno spazio non convenzionale sotto i più diversi aspetti", ed aggiungono, "ci auguriamo che l'apertura al contatto e lo scambio stimoli e promuova nuove attività"¹⁰. Il Rolex Learning Center è infatti senza dubbio uno spazio non convenzionale, un edificio che vuole appartenere al paesaggio all'interno del quale si inserisce e al sito dal quale dolcemente si erge, un contenitore aperto capace di innescare nuove possibilità di relazione tra l'architettura e i suoi fruitori.

Si accede all'edificio passando al di sotto di un'immensa volta di cemento grigio, "dalle curve polimorfe e tese all'estremo"¹¹. La forma organica della superficie, che è al tempo stesso pavimento e copertura, ti avvolge. Chiarisce Nishizawa, a proposito delle scelte formali, "il movimento umano non è lineare, ma organico; con le curve si può creare una maggiore interazione"¹². Fatta eccezione per i progetti del Multimedia Workshop, il Nuovo Museo Mercedes-Benz, i progetti di Nishizawa per gli Appartamenti Ichikawa ed il Teshima Museum, solitamente elementi curvi sono stati utilizzati da SANAA prevalentemente in pianta, piuttosto che in sezione verticale. Per il Rolex, invece, gli architetti scelgono di lavorare con superfici curve che si alzano dolcemente dal prato verde del campus, inquadrando in pianta il movimento della piastra ondulata all'interno di un esatto rettangolo, dalle dimensioni di 166,5x121,5 m.

Una volta all'interno si cammina al di sopra della volta, e ci si ritrova in uno spazio interno fluido e continuo, che Jacques Lucan nel suo articolo sul Rolex Center ha definito *one-room space*, un paesaggio architettonico ricco di percorsi molteplici e avvolgenti, spazi aperti, colline e valli. Data la sensazione di infinito che l'edificio trasmette, risulta molto difficile cogliere tutti gli spazi nel complesso delle loro relazioni, tanto da poter essere considerato, metaforicamente, un *No-Stop Building*¹³, un'architettura cioè fatta di spazi non canonicamente delimitati. Differenti pendenze, alcune quasi impercettibili, altre più marcate, accolgono le varie funzioni; agli utenti disabili è assicurato l'accesso e la circolazione in ogni punto della struttura, mediante la presenza di rampe a zig-zag, che consentono di superare le differenze di quota in modo più lieve rispetto alle colline artificiali delle superfici ondulate.



11 - Modelli di studio del progetto per gli Appartamenti Ichikawa, Ryue Nishizawa.

12, 13 - Vedute interne ed esterne della sottile volta in cemento armato del Museo Teshima, Ryue Nishizawa.



Al livello principale si può accedere anche dal piano interrato; un altro rettangolo, delle stesse dimensioni di quello che contiene la piastra ondulata, rappresenta in pianta l'area destinata ai parcheggi, una scatola in cemento armato posizionata esattamente sotto il perimetro della superficie ondulata. La parte nord-est del piano interrato accoglie il secondo livello della biblioteca scientifica e due rampe allineate in direzione est-ovest accompagnano l'ingresso e l'uscita degli autoveicoli.

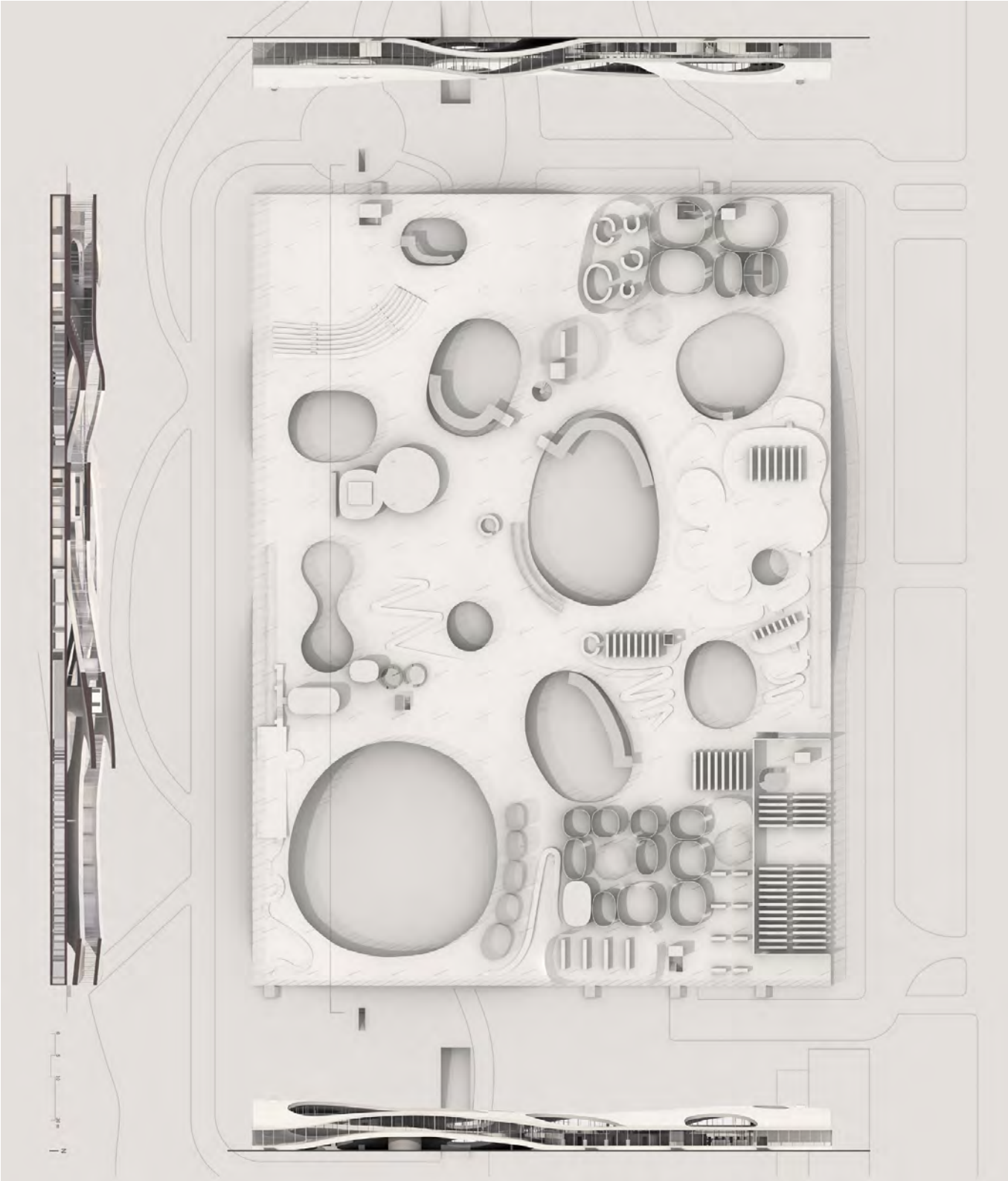
Una maglia regolare 9x9 m di pilastri in acciaio sorregge la copertura, anch'essa forata da 14 patii di dimensioni e geometria differenziate; i più piccoli sono di forma circolare, le corti più grandi invece sono curve irregolari, e ce n'è una a forma di 8 che somiglia al simbolo dell'infinito¹⁴.

Così, mentre si è dentro l'edificio, si possono osservare, attraverso le corti, altri spazi, aperti e chiusi, che sono ancora parte dello stesso edificio. L'ondulazione delle superfici a quote diverse consente una straordinaria interrelazione tra molte parti del complesso, e questo avviene sia fisicamente che percettivamente. In un'intervista che Lucy Bullivant fa agli architetti, Nishizawa espone proprio questo concetto, spiegando che "stando sulla sommità della collina non riesci a vedere l'altra collina, ma puoi sentire voci indistinte. Anche se non sei in grado di vederlo, il tuo corpo avverte la connessione con un altro spazio. Diversamente di quanto avviene in altri ambienti continui più tradizionali, nasceranno nuovi rapporti e, speriamo, nuove esperienze legate all'architettura."¹⁵

Questa condizione di prossimità è legata alla costruzione di un'architettura caratterizzata da uno spazio dalla continuità quasi assoluta, una omogeneità quasi 'miesiana'. Come accade in altri progetti dello studio SANAA, con il Rolex si assiste ad una sorta di neutralizzazione della struttura; all'interno, a parte le bolle che accolgono gli uffici, non si vedono che esili pilastri bianchi in acciaio a reggere la copertura. Stando all'interno delle corti, poi, sembra che il cemento abbia la possibilità di fluttuare sopra la tua testa.

Inoltre, sebbene lo spazio che intercorre tra le due piastre ondulate sia abbastanza contenuto, 3,3 m circa, tranne che per la zona dell'auditorium, un po' più alta, non si avverte nessuna sensazione di oppressione o di schiacciamento; anche la scelta dei colori, prevalentemente il bianco, contribuisce ad avere un ambiente neutro, ma anche potenzialmente libero. L'edificio è molto grande (166,5x121,5 m), non ci sono nette suddivisioni tra le aree destinate alle diverse attività, ma ogni parte riesce comunque a mantenere la propria intimità.

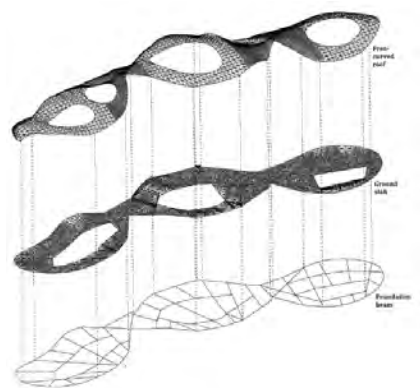
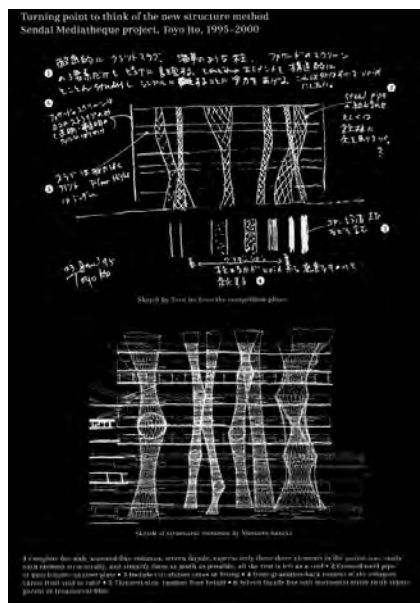
14 - Pianta delle coperture, prospetti nord e sud del Rolex Learning Center.





15 - Pianta del livello principale, prospetti est ed ovest, sezione longitudinale passante per l'auditorium e la grande corte.

16 - Esploso prospettico in cui si evidenziano le caratteristiche del livello principale dell'edificio.



17 - Mediateca di Sendai, Tokyo, Toyo Ito (1995-2000): progetto architettonico e schema strutturale dell'ingegnere Mutsuro Sasaki.

18 - Crematorio municipale Kakamigahara, Gifu, Toyo Ito (2004-2006).

19 - Island City Central Park Gringrin, Fukuoka, Toyo Ito (2003-2005): modelli strutturali.

4.4 Modellazione ed ottimizzazione della piastra ondulata - Mutsuro Sasaki ed il Metodo dell'Analisi di Sensibilità

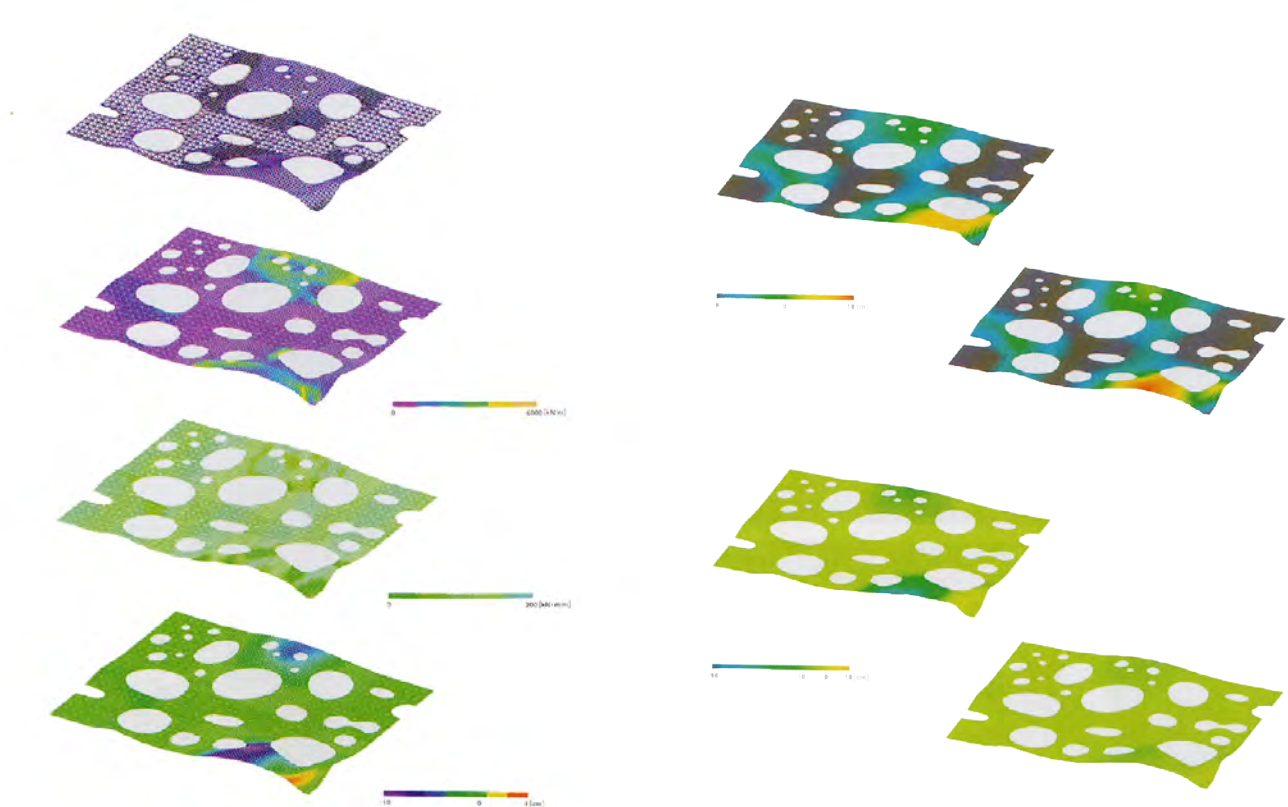
Durante il concorso e nella prima fase di progetto, gli architetti hanno sviluppato la geometria della piastra ondulata e forata tramite modello fisico, tipico approccio dello studio SANAA, che fa sempre ricorso all'utilizzo di maquette, sin dalle prime fasi di gestazione delle idee progettuali. Il modello plastico è stato così la base per le prime planimetrie digitali di progetto, a partire da cui sono stati elaborati i modelli digitali tridimensionali. Durante le varie fasi di sviluppo del progetto, è stato necessario un intenso lavoro di collaborazione e confronto tra architetti ed ingegneri per conciliare i criteri di ottimizzazione della struttura portante, delle funzioni d'uso e delle esigenze propriamente architettoniche. Sono stati elaborati parallelamente due modelli, uno architettonico, che rappresentava la geometria auspicata da SANAA, l'altro ingegneristico, che si basava su una superficie sovradiimensionata in altezza, usato per avvicinarsi il più possibile alla configurazione finale dell'edificio, definita dagli architetti.

L'ingegnere che si è occupato del processo di ottimizzazione della piastra ondulata del Rolex Center è stato Mutsuro Sasaki¹⁶, già autore insieme a Toyo Ito di strutture architettoniche rivoluzionarie, come la Mediateca di Sendai (2000). Il brillante ingegnere giapponese, che collabora molto spesso con Sejima e Nishizawa, ha apportato un grande contributo nel campo della progettazione di superfici complesse tramite l'elaborazione di due tecniche, Ottimizzazione strutturale evolutiva estesa ed il metodo dell'Analisi di Sensibilità. Il primo metodo si basa su un algoritmo che consente la morfogenesi computazionale di strutture tridimensionali ramificate ad albero, denominate *flux structures*¹⁷; ne è un esempio il progetto di Arata Isozaki per la Stazione TAV di Firenze Belfiore (2002). Il metodo dell'Analisi di Sensibilità, invece, adottato per il Rolex Center, consiste nella ottimizzazione, a partire da una ipotesi configurativa iniziale, di superfici a curvatura libera, cercando la forma in grado di produrre la minore energia di deformazione della struttura. Questo procedimento, che in sostanza rappresenta uno sviluppo degli esperimenti di Antoni Gaudí e Heinz Hissler sulla progettazione di superfici a curvatura libera basata sull'inversione delle membrane tese, è stato utilizzato per altri importanti progetti, tra cui il Crematorio municipale Kakamigahara e il Central Park Gringrin di Toyo Ito, nonché il Centro culturale di Kitagata di Arata Isozaki¹⁸.

Il processo di *form improving* si basa su un algoritmo che permette di calcolare matematicamente le variazioni che intercorrono nell'energia comples-

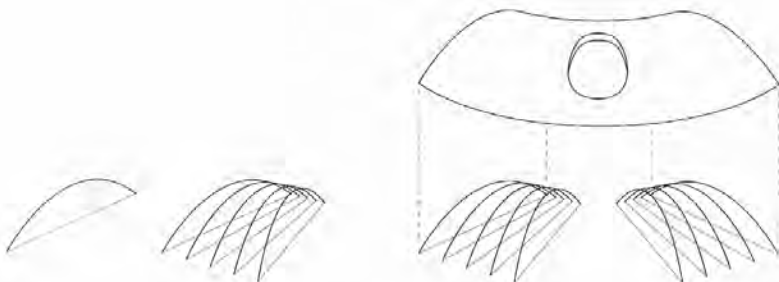
siva di deformazione interna alla superficie, al variare della posizione dei punti che la descrivono, quindi, al variare della configurazione. A parità di condizioni meccaniche sufficienti a garantire la stabilità della struttura, è chiaro che si possono formulare diverse ipotesi dal punto di vista formale, per cui è importante controllare tale processo, per fare in modo che la configurazione finale corrisponda il più possibile alle esigenze richieste. Infatti, se osserviamo i primi modelli proposti da SANAA per il Rolex Learning Center, e le conseguenti verifiche effettuate sul modello ingegneristico, si riscontrano delle differenze rispetto all'ultima configurazione della superficie dell'edificio, soprattutto nella collocazione, dimensione e numero delle parti forate.

20 - Modelli iniziali della piastra ondulata del Rolex Learning Center: diagrammi di verifica delle sollecitazioni, configurazione iniziale e configurazione ottimizzata.



4.5 Il principio strutturale dell'arco

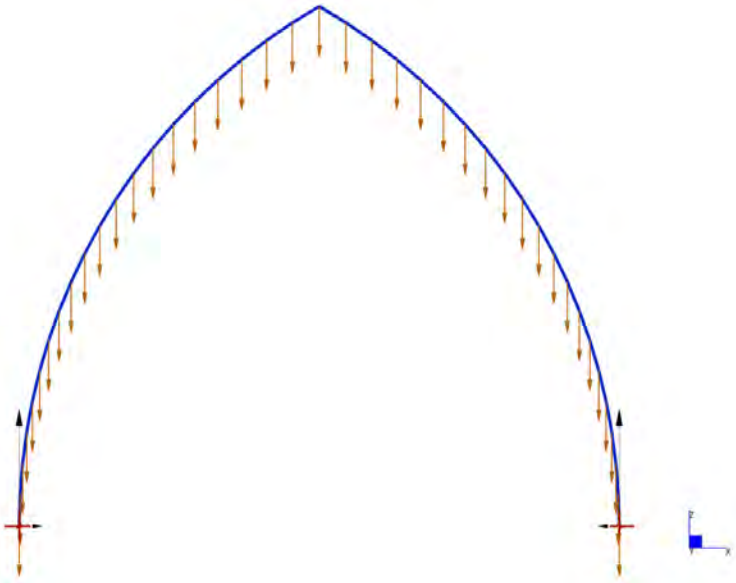
La fase di modellazione ed ottimizzazione della piastra ondulata e forata del Rolex Center tramite form improving ed il metodo dell'Analisi di Sensibilità elaborato da Mutsuro Sasaki è stata seguita da una riflessione sul tipo di struttura da realizzare, sul concept in base al quale sarebbe stata costruita la struttura portante della superficie. Diversamente dalle sperimentazioni di Isler e dei suoi contemporanei sulle volte ed i gusci sottili in cemento armato, il Rolex ha imposto delle osservazioni differenti. La superficie da realizzare non era soltanto ondulata, ma presentava molti fori, di diverse dimensioni, alcuni di dimensione notevolmente grande. I gusci sottili resistenti per forma funzionano se la configurazione geometrica non viene compromessa, ovvero, se le caratteristiche geometriche rispettano una determinata forma. Francesco Della Casa e Eugène, che hanno curato il testo *Rolex Learning Center*¹⁹, in cui hanno descritto le fasi di progettazione e realizzazione dell'edificio, hanno chiarito, attraverso un esempio semplice ma efficace il problema cui sono stati sottoposti gli ingegneri che si sono occupati della realizzazione del Rolex Center. L'esempio partiva dalla considerazione della forma di un uovo. Il suo guscio, molto sottile, spiegano gli autori, può essere forato dall'interno con un colpo di becco, e se lo si fora alle due sommità, come un perno, ci si accorge che lo si può vuotare del suo contenuto senza che il guscio perda la sua solidità. Tuttavia, se si volesse praticare un gran numero di fori più grandi all'interno del guscio, quest'ultimo si romperebbe al minimo sforzo, non essendo più quella forma in grado di resistere alle sollecitazioni esterne, perché



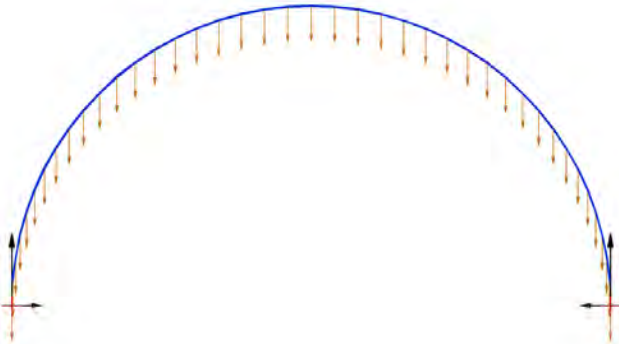
21 - Concept del principio strutturale.

22 - Tre tipologie di archi a confronto: a sesto acuto, a tutto sesto, ed ellittico. Il valore delle reazioni orizzontali al piedritto aumenta, a parità di luce, al diminuire della freccia dell'arco (i modelli sono stati elaborati con un programma di calcolo ad elementi finiti, *Strauss 7*).

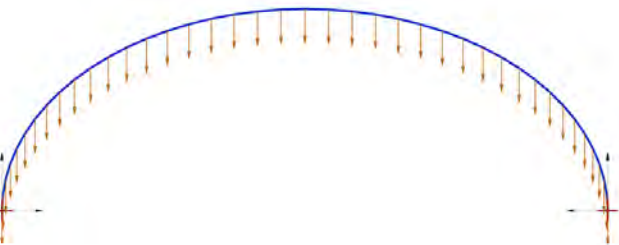
Beam Result: Fx Fy Fz (kN)
Min: -14,8 [Bm:40]
Max: 62,8 [Bm:40]
0,0



Beam Result: Fx Fy Fz (kN)
Min: -19,2 [Bm:40]
Max: 67,1 [Bm:1]
25,0



Beam Result: Fx Fy Fz (kN)
Min: -27,5 [Bm:1]
Max: 39,7 [Bm:21]
25,0



23 - Pianta del livello interrato (il piano destinato ai parcheggi) con indicazione dei cavi di precompressione collocati all'interno del solaio di copertura di tale livello. In grigio la proiezione delle corti della piastra ondulata. Nella pagina a fianco:

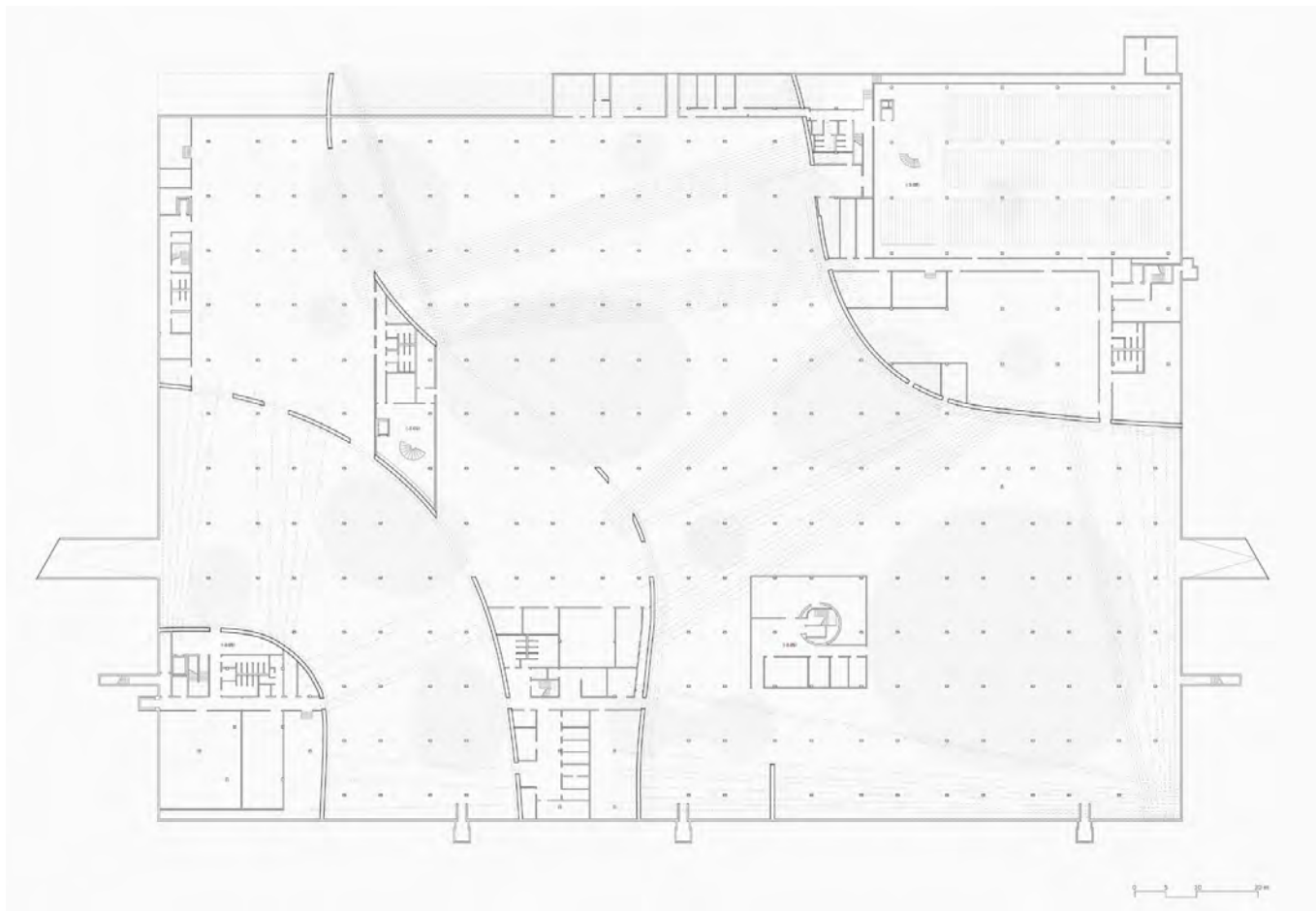
24 - Concept strutturale: archi e cavi di precompressione.

25 - Immagine di cantiere: montaggio della struttura di copertura.

26 - Vista notturna verso il lago di Ginevra e le Alpi.

troppo alterata. Era questo, dunque, il problema da affrontare: costruire una piastra in cemento armato ondulata e forata in più punti. Scartata fin dall'inizio l'idea di inserire dei sostegni verticali al di sotto della superficie, per non tradire il senso di eleganza e di leggerezza che l'edificio doveva trasmettere, è stato sviluppato un concept strutturale basato sul funzionamento statico dell'arco e della catena. Prendiamo un arco poggiato a terra, sulla sua corda, e poi disponiamo altri archi, con le rispettive corde, in modo da poter stendere al di sopra di questo insieme di archi disposti a ventaglio una copertura. È possibile, nello spazio vuoto tra due archi, ritagliare un foro, senza che la struttura complessiva subisca variazioni formali. Ecco dunque che la copertura distesa sugli archi diventa la superficie della piastra ondulata del Rolex Center, gli archi la struttura che la sostengono e i fori i patii ritagliati all'interno della piastra.

Le corde, infine, che servono per non alterare le caratteristiche geometriche delle curve, hanno così la funzione di assorbire le spinte orizzontali



degli archi, trattandosi, nel caso dell'edificio svizzero, di archi estremamente ribassati. Questo sistema, di archi e catene, non poggia direttamente sul terreno, ma sul solaio di copertura del piano interrato dei parcheggi; questo vuol dire che le corde, che nella realtà sono cavi di precompressione, sono stati inseriti all'interno di questa soletta orizzontale.

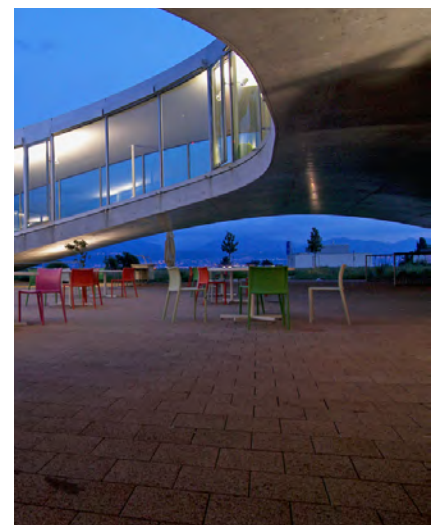
Il piano dei parcheggi presenta invece una struttura molto semplice, una maglia di pilastri in cemento armato e setti portanti in corrispondenza dell'appoggio della superficie ondulata sul solaio di copertura di questo livello. I setti sono curvi e seguono l'andamento delle sovrastanti shells.

Abbiamo detto che gli archi del centro di apprendimento svizzero sono caratterizzati da una curvatura molto poco accentuata, questo vuol dire che la loro freccia è estremamente più piccola della luce. Il rapporto tra la freccia e la luce, in una struttura ad arco, è fondamentale, perché può garantirne o meno la stabilità. L'arco è un elemento costruttivo a profilo curvilineo in grado di sostenere i carichi prevalentemente con sollecitazioni di compressione ed ha la caratteristica di trasmettere un'azione di spinta ai piedritti²⁰. Sappiamo che l'arco murario, il classico arco in conci dato da un insieme di elementi finiti, in equilibrio per mutuo contrasto, non può raggiungere luci estremamente elevate, mentre l'arco elastico, che è un elemento continuo, in acciaio, cemento armato o legno, capace di sopportare anche sforzi flessionali, è in grado di coprire grandi distanze.

Per quanto riguarda poi l'azione di spinta al piedritto, questa è sempre stata neutralizzata mediante l'utilizzo delle catene. Minore è la freccia dell'arco, maggiore sarà la spinta, ecco perché le lunghe arcate in cemento armato del Rolex Center hanno avuto bisogno di catene/cavi in modo da eliminare le grandi spinte orizzontali.

Per quel che riguarda invece la struttura della copertura, la cui configurazione segue quasi esattamente le stesse ondulazioni della sottostante piastra in cemento armato, in un primo momento era stata ipotizzata una copertura interamente in acciaio. In seguito è stata preferita una struttura in acciaio e legno poggiante su piccoli pilastri cilindrici dal diametro di 127 mm. Arcarecci curvi in legno distanti 1,5 metri l'uno dall'altro collegano le lunghe travi in acciaio della copertura.

Ognuno dei 900 arcarecci, in legno lamellare, ha una geometria unica, modellata prima in tre dimensioni, per poter essere realizzata. Lo spessore della superficie di copertura non supera i 70 cm, contro i 100 cm circa della sottostante piastra in calcestruzzo.

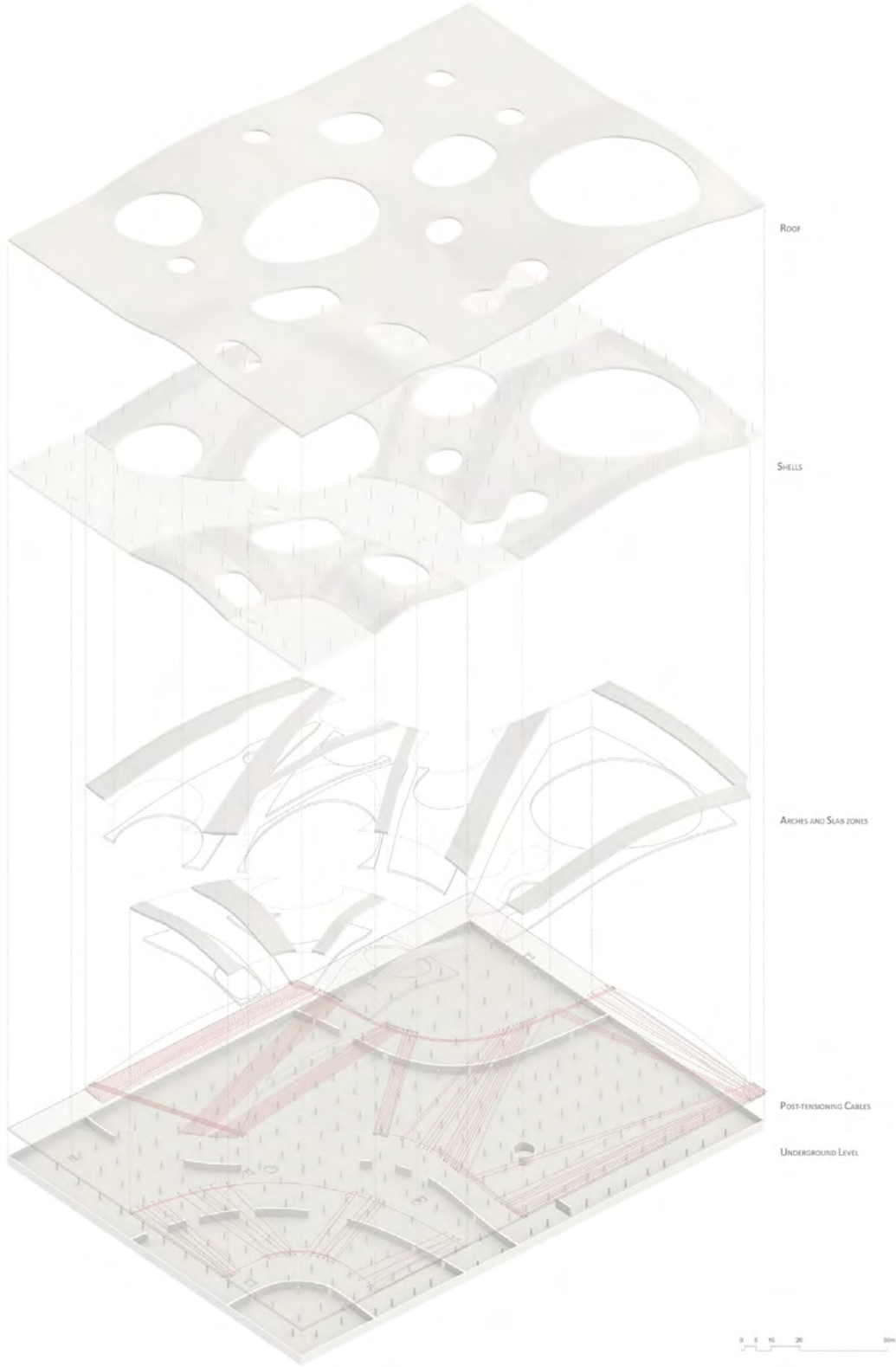




27, 28, 29 - Immagini di cantiere. Messa in opera della piastra ondulata e forata in cemento armato e dei pilastri in acciaio. Vi si individua la struttura degli archi portanti e delle slab.

30 - Rielaborazione e scomposizione del sistema strutturale mediante esploso assometrico.





4.6 Analisi strutturale

4.6.1 Premessa

L'analisi strutturale del Rolex Learning Center non ha riguardato l'intera struttura dell'edificio, essendo stata rivolta all'approfondimento della piastra ondulata e forata in cemento armato. Questa scelta è allineata con il percorso di ricerca sia in virtù di quanto è stato affrontato finora riguardo al rapporto spazio-struttura, sia per le caratteristiche e le implicazioni sotto il profilo tensionale specificamente legate alla struttura delle due shells che costituiscono la piastra ondulata. L'obiettivo è stato quello di studiare, una volta discretizzata la struttura nei suoi elementi costitutivi, il 'fenomeno tensionale', volendo riprendere un'espressione dell'ingegnere Edoardo Torroja. Questo studio è stato affrontato chiaramente a livello qualitativo²¹, senza alcuna pretesa di ottenere dei valori quantitativamente esatti, ai fini di comprendere la distribuzione delle tensioni all'interno delle superfici, interpretando e inoltre rielaborando graficamente i risultati ottenuti.

Il *Disegno delle Tensioni* diventa così non semplicemente una trasposizione segnica di qualcosa che è già dato, ma ha la capacità di mostrare, di comunicare delle cose che non sono né in vista né desumibili in modo immediato.

Il lavoro di analisi è stato effettuato con un programma di calcolo ad elementi finiti, Straus 7²², che ha consentito una buona gestione dei dati sia nella fase di pre-processamento che in ambiente di post-processamento, grazie anche alle diverse possibilità grafiche di estrapolazione dei risultati offerte dal software. I diversi modelli di studio sono stati elaborati in ambiente CAD e poi importati in Straus, data la grande complessità formale dell'edificio.

Abbiamo già accennato al fatto che è stato l'ingegnere strutturista Mutsuro Sasaki ad elaborare il Metodo dell'Analisi di Sensibilità, mediante il quale si è giunti alla configurazione finale del Rolex Centre.

Bisogna specificare anche che sono stati poi gli ingegneri Manfred Grohmann e Klaus Bollinger, insieme con Walther Mory Maier, ad elaborare un concept per conciliare le esigenze architettoniche con gli aspetti più specificamente strutturali, e dunque a rendere possibile la realizzazione della struttura. Il tutto è sempre stato sviluppato in stretta collaborazione con Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa, al fine di trovare il giusto compromesso tra le richieste degli architetti e degli utenti, il programma architettonico e i limiti strutturali che durante il processo del form finding sono stati

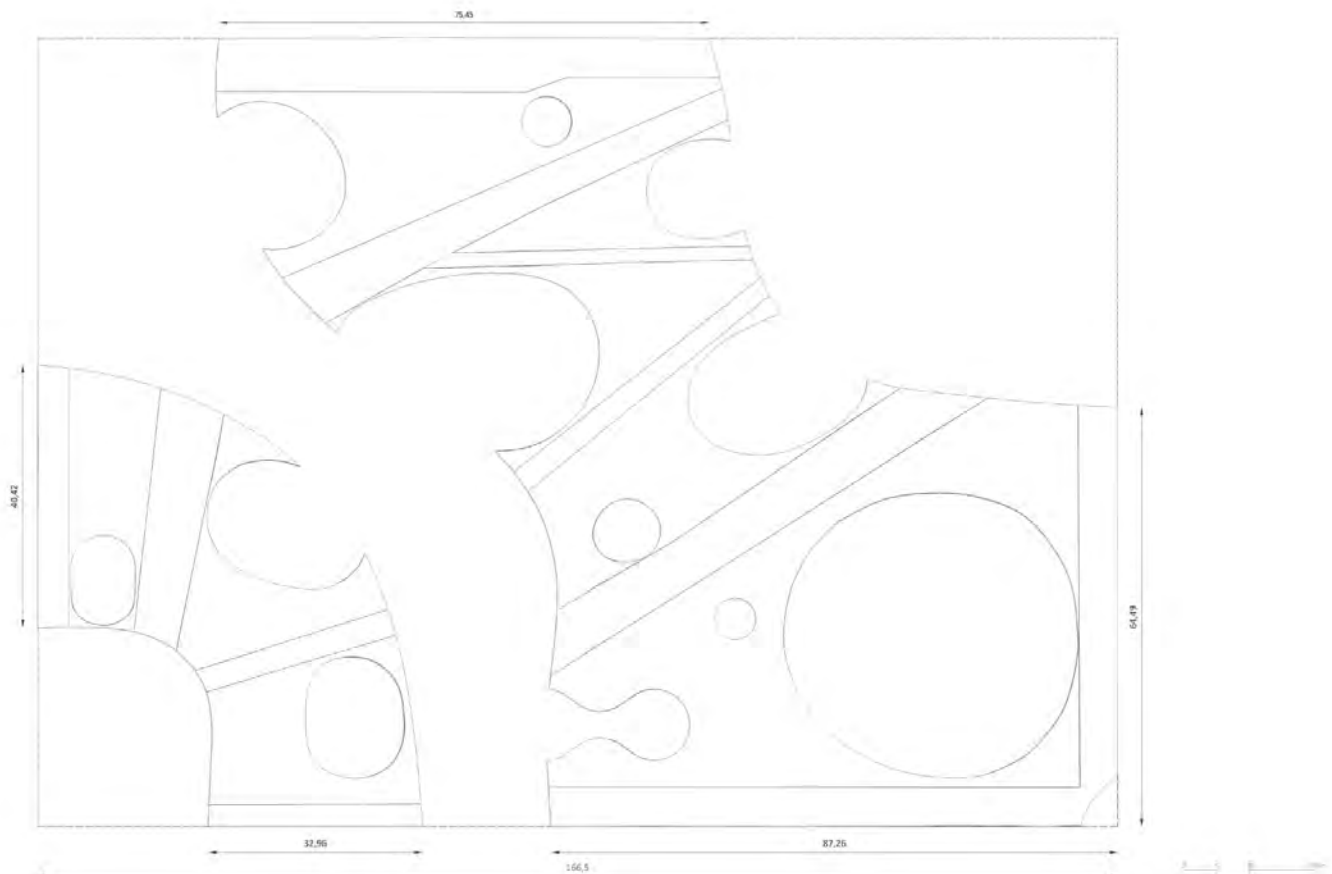
riscontrati.

Alcune delle richieste erano, ad esempio, legate alla volontà di avere spazi che potessero essere utilizzati come laboratori, come luoghi di lavoro, motivo per cui sono state limitate le zone in pendenza rispetto alle ipotesi iniziali, aumentando le aree orizzontali, od ancora alle necessità dei disabili, aspetto cui è stata data un'attenzione particolare; dal punto di vista architettonico ciò che è stato rispettato quasi appieno è stata la scelta degli assi visivi, per non perdere il panorama delle Alpi svizzere.

Caratteristiche della piastra ondulata in cemento armato:

La struttura analizzata è costituita da due shells ondulate e forate che rappresentano le parti non orizzontali di una piastra in cemento armato. La struttura portante delle superfici è costituita da 11 archi in cemento armato intervallati da zone non portanti, sempre in cemento armato, di spessore inferiore.

31 - Vista zenitale delle due shells con l'individuazione degli archi portanti e delle slab. L'immagine è estrapolata dal modello tridimensionale.



Nello specifico, la superficie più piccola presenta una campata massima di 40 m ed un'altezza massima di circa 4 m con un conseguente rapporto lunghezza/altezza pari a 10. Essa è interessata da tre patii e quattro archi portanti; le parti che non sono portanti sono definite "slab zones"²³.

La superficie più grande si compone di campate di ampiezza maggiore, fino ad arrivare agli 85 m circa, con un'altezza massima di 4,85 m ed un rapporto, decisamente più svantaggioso, lunghezza/altezza pari a 17,5. In questo caso sono sette gli archi portanti.

Per far fronte alle difficoltà derivanti dalla presenza di campate così grandi con curvatura molto poco accentuata, è stato necessario aggiungere alcuni sostegni verticali nella zona a sud della grande shell, ai fini di garantire una sufficiente stabilità della struttura e limitarne le deformazioni.

I tre sostegni sono i seguenti: un corpo ascensore di forma cilindrica, un setto ad ovest della shell ed un pilastro di sezione circolare a nord della corte maggiore.

La differenza di sezione tra arconi e slab non risulta visibile né all'intradosso, né all'estradosso; in entrambi i casi il risultato finale è una condizione di continuità. Per avere questo risultato la geometria delle shells e quella del pavimento orizzontale sono state separate.

4.6.2 Normativa di riferimento

- Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.
- Circolare Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 - Applicazione norme tecniche per le costruzioni.
- Eurocodice, Norma europea sperimentale ENV 1991-2-3, edizione febbraio 1995, recepimento in lingua italiana, ottobre 1996 (in particolare, Basi di calcolo ed azioni sulle strutture, Parte 2-3: Azioni sulle strutture - Carichi da neve).

4.6.3 Modellazione

La modellazione della struttura²⁴, all'interno di quest'analisi, è stata affrontata per step, partendo dall'elaborazione dell'intera piastra ondulata, comprendente le parti piane, per poi passare all'individuazione della geometria delle due shells, fino ad arrivare alla definizione delle sezioni, rispettivamente, degli arconi resistenti e delle slab. Inoltre, sia sulla base delle informazioni riguardanti le caratteristiche e le problematiche relative alla deformazione della shell più grande, sia in seguito all'interpretazione dei primi risultati ottenuti, è stato effettuato un successivo affinamento del modello, apportando quelle modifiche che nella realtà sono state necessarie

per far fronte alle difficoltà derivanti dalla presenza di campate così grandi e curvature estremamente ribassate. Mi riferisco all'aggiunta dei sostegni verticali in corrispondenza della parte sud della grande shell: l'ascensore, il setto ed il pilastro. Dunque, inserendo di volta in volta, all'interno del modello, ciascuno di questi elementi, sono stati estrapolati i risultati relativi ai singoli step. Si specifica che sono stati utilizzati elementi *plate*²⁵, ovvero, bidimensionali, e che il modello è stato importato e meshato, in modo da ottenere una suddivisione della superficie in un numero di facce tale da consentire una buona approssimazione dei risultati.

Vincoli:

Le shells poggiano su una soletta orizzontale che rappresenta la piastra di copertura di un piano interrato. La struttura è stata ipotizzata incastrata alla base, in corrispondenza degli attacchi shell-soletta, al di sotto dei quali sono collocati, al livello inferiore, i setti portanti; (gli incastri sono rappresentati graficamente da tre segmenti uscenti da un punto e di colore rosso, simbologia che è stata adottata per tutte le immagini).

Di seguito si riportano i modelli elaborati, in ordine progressivo rispetto alle modifiche apportate:

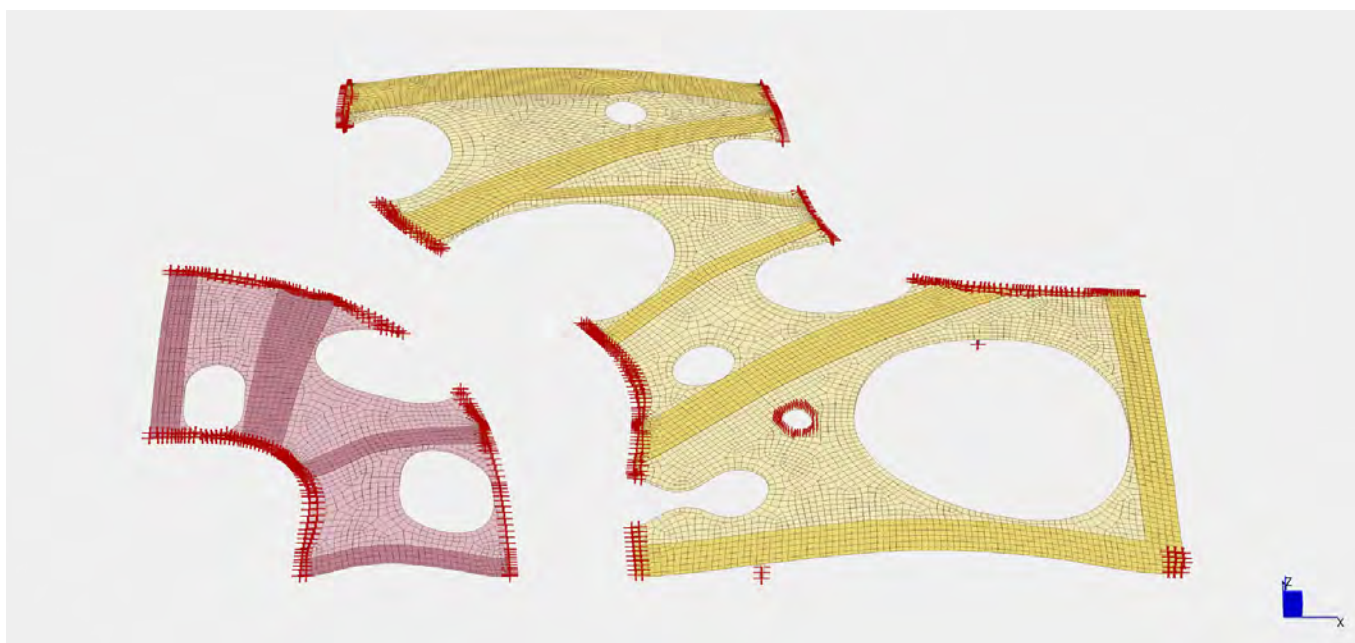
32 - Mesh dell'intera piastra ondulata, vista prospettica. Il modello è orientato disponendo l'asse nord-sud verticale. In basso a destra è sempre riportato, in tutte le immagini estrapolate dal programma, il sistema di riferimento.





33 - La piastra ondulata depurata delle parti piane.

34 - La struttura delle due shells, vincolate; i colori differenti si riferiscono all'applicazione del medesimo materiale ma con spessore differente



35 - Individuazione, in entrambe le superfici, degli archi portanti e delle zone non portanti, con assegnazione delle rispettive sezioni.
36 - Inserimento dei sostegni al di sotto della shell grande: ascensore, setto e pilastro.

4.5.4 Materiali

Caratteristiche dei materiali assegnati:

- Calcestruzzo

Classe = C50/60 MPa

$f_{cd} = 28,33 \text{ MPa}$

$E = 37277 \text{ MPa}$

$\gamma = 25,0 \text{ kN/mc}$

$\nu = 0,2$

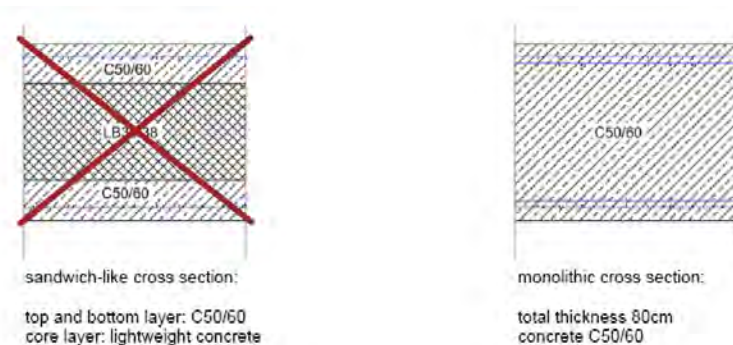
- Acciaio da c.a.

B450C

$F_{y,nom} = 450 \text{ MPa}$

$F_{t,nom} = 540 \text{ MPa}$

Tutta la struttura delle due shells è in cemento armato. Inizialmente furono avanzate diverse ipotesi, tra cui anche la possibilità di realizzare una struttura in acciaio, ma questa fu presto scartata ed utilizzata poi esclusivamente per la piastra di copertura, anche perché gli architetti desideravano avere un intradosso in calcestruzzo a faccia vista. Dunque, una volta scelto il materiale, fu proposta una prima soluzione che prevedeva una sezione costituita da tre strati: i due strati esterni in calcestruzzo C50/60 ed uno strato mediano di calcestruzzo alleggerito. Questa ipotesi tuttavia fu respinta per diversi motivi, legati anche ad una prospettata difficoltà nell'esecuzione di questo tipo di struttura; per cui fu adottata una sezione monolitica, di spessore pari a 80 cm, in calcestruzzo armato C50/60²⁶.



37 - Sezioni della piastra in calcestruzzo: a sinistra l'opzione scartata, a destra la soluzione adottata.

In un primo momento questa sezione avrebbe dovuto interessare sia gli archi portanti che le slab, con una differenza nell'armatura; successivamente si è optato per sezioni differenziate. In particolare, per la superficie più grande, è stata impiegata una sezione di 80 cm per gli arconi e 60 cm per le slab; mentre, per quanto riguarda la shell più piccola, quella che occupa la parte sud-ovest dell'edificio, si è adottata una sezione di 50 cm per gli archi e 40 cm per le slab. Questa differenza di sezione è stata utilizzata per l'alloggiamento degli impianti.

Per quel che riguarda l'armatura metallica, anche in questo caso sono state avanzate diverse ipotesi, tra cui la possibilità di sviluppare una costruzione composita con tubi di acciaio all'interno della sezione degli archi. Tuttavia questa opzione è stata scartata perché ritenuta troppo costosa, oltre al fatto che sarebbe stata abbastanza complicata l'operazione di posizionamento dei tubi. Queste ed altre problematiche hanno condotto alla soluzione finale: armatura metallica dal diametro di 50 mm, in grado di garantire lo spazio sufficiente tra le barre per il getto del calcestruzzo.

4.6.5 Analisi dei Carichi

Sono stati analizzati i carichi fissi e variabili relativi alla piastra ondulata in cemento armato ed alla copertura, in acciaio e legno, sorretta da una maglia regolare di pilastri in acciaio.

Calcolo carichi copertura:

Carichi fissi:

- travi in legno: dimensione (30x20 cm) e interasse (1.5 m)

Il peso va moltiplicato per $1/1.5 = 0.67$

Volume = $30 \times 20 \times 100 = 60000 \text{ cm}^3 = 0.06 \text{ m}^3$

Il volume x peso specifico = $0.06 \text{ m}^3 \times 5 \text{ kN/m}^3 \times 0.67 = 0.201 \text{ kN/mq}$

- travi in acciaio: dimensione (IPE 270) 36 kg/m e interasse (9 m)

Il peso va moltiplicato per un coefficiente pari a $1/9 = 0.11$ valore
ininfluente

- lamiera grecata:

Per $h = 75 \text{ mm}$ e spessore pari a 1 mm, il peso q_k vale $13.08 \text{ kg/mq} = 0.13 \text{ kN/mq}$

- Isolante: $q_k = 40 \text{ kg/mq} = 0.4 \text{ kN/mq}$

- Lastra in cartongesso: spessore 12.5 mm, $q_k = 0.09 \text{ kN/mq}$

- Isolamento acustico: peso ininfluente

Carichi accidentali/variabili:

- neve

Per la Svizzera, ad altitudini minori di 1 500 m:

$$s_k = 0,4 [1,0 + (A_{ref}/350)^2] \text{ kN/mq, dove:}$$

s_k è il carico della neve al suolo ed ha un valore minimo di 0,9 kN/mq;

Aref è l'altitudine di riferimento dalla figura A.9 [in m]

Siamo a 400 m di altitudine, dunque:

$$s_k = 0,4 [1,0 + (400/350)^2] \text{ kN/mq} = 0.92 \text{ kN/mq}$$

- manutenzione

Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione,

$$q_k = 0.50 \text{ kN/m}$$

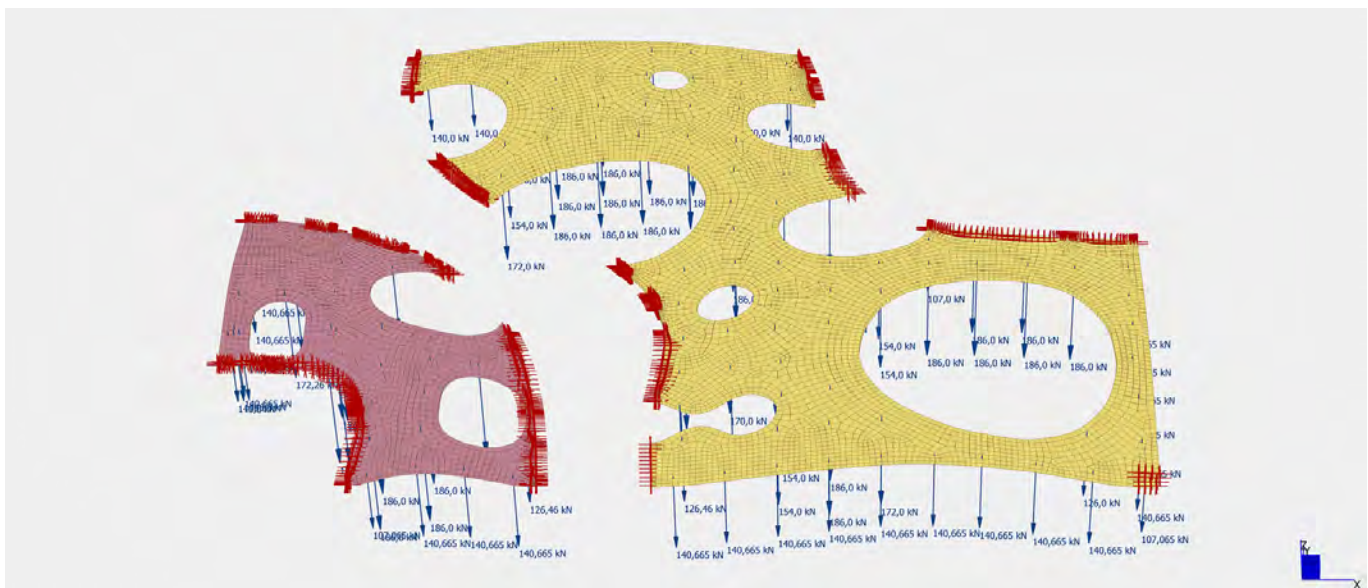
Calcolo pilastri in acciaio:

La copertura poggia su pilastri in acciaio dal diametro molto piccolo (127 mm) e disposti secondo una griglia ortogonale quadrata di 9x9 m. Ipotizzando il valore dello spessore della sezione dei pilastri (dato non reperito), ne è stato calcolato il peso.

- pilastri in acciaio: diametro 127 mm, per spessore pari a 4 mm,

$$q_k = 12.1 \text{ kg/m} \times 3.3 \text{ m} = 0.396 \text{ kN}$$

38 - Carichi copertura.



Il carico dei pilastrini non va moltiplicato per l'area di influenza, ma sommato alla fine ed amplificato per il coefficiente $\gamma_{G1} = 1.3$.

Forza concentrata su ciascun pilastro = $0.396 \text{ kN} \times 1.3 = 0.515 \text{ kN}$

Tale valore va sommato al carico di copertura derivante dalla combinazione delle azioni, di tipo fondamentale.

Combinazione delle azioni (carichi fissi + variabili)

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

$G1$ = pesi fissi strutturali = travi + lamiera = $0.201 \text{ kN} + 0.13 \text{ kN} = 0.331 \text{ kN}$

$G2$ = fissi non strutturali = isolante e pannelli = $0.4 \text{ kN} + 0.09 \text{ kN} = 0.49 \text{ kN}$

Q_{k1} = variabile manutenzione = 0.50 kN

Q_{k2} = neve = 0.50 kN

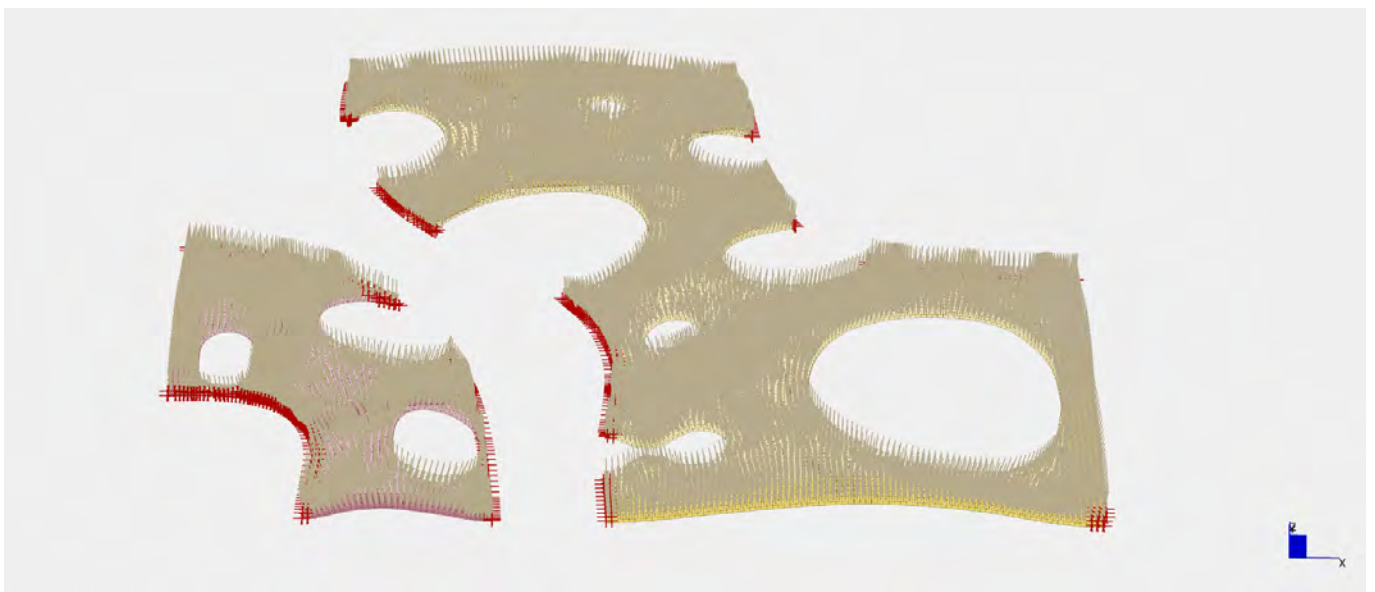
$\gamma_{G1} = 1.3$

$\gamma_{G2} = 1.5$

$\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = 1.5$

$\gamma_P \cdot P$ = non presente

39 - Carico distribuito - shell



$$\psi_{02} = 0.5$$

$$Q_{\text{fond}} = 1.3 \times 0.331 + 1.5 \times 0.49 + 1.5 \times 0.5 + 1.5 \times 0.5 \times 0.5 = 0.430 + 0.735 + 0.75 + 0.375 = 2.29 \text{ kN/mq}$$

Calcolo carichi shell

Carichi fissi:

- Isolante: spessore 15 cm, $q_k = 6 \text{ kg/mq}$
- Massetto: spessore 8 cm, $q_k = 150 \text{ kg/mq}$

Carichi variabili

Comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera.

Tab 3.1.II (pag.13) – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici.

L'edificio rientra nella categoria E1 [Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri].

Il valore dei carichi d'esercizio è, da tabella, pari a 6 kN/mq (SLE).

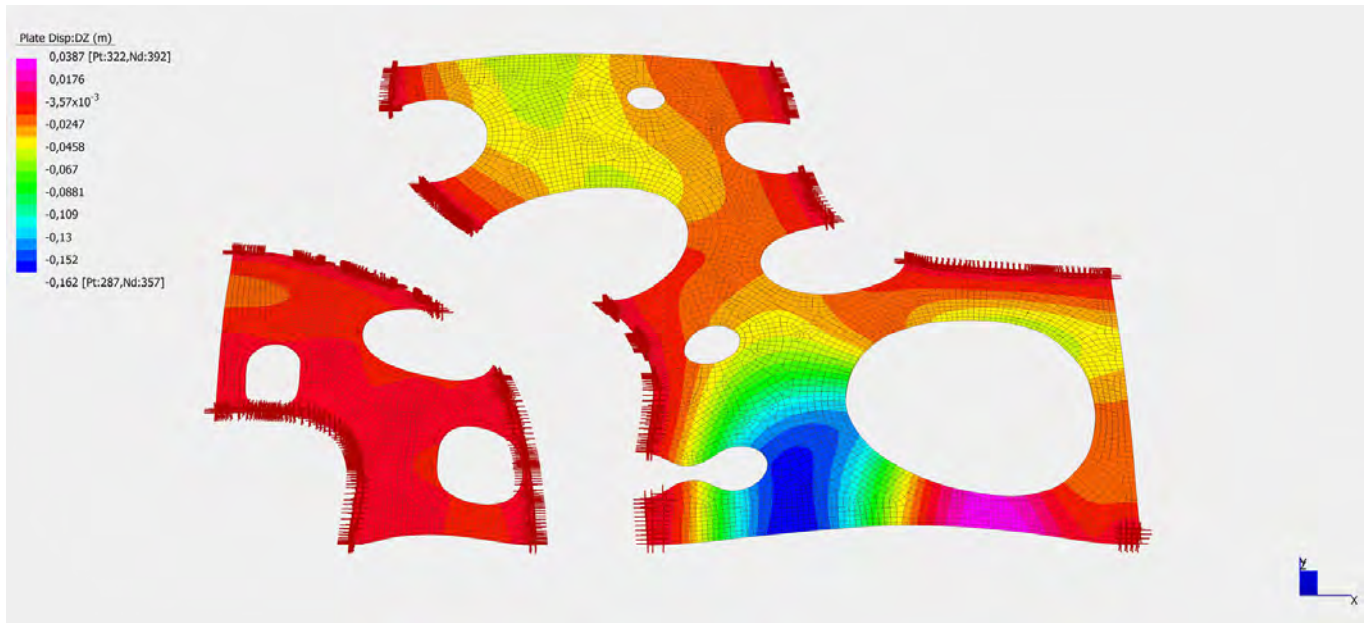
4.6.6 Risultati: Stress e Displacement

La modellazione per step e progressive modifiche ha consentito, oltre che una maggiore precisione del modello di studio, anche una graduale verifica dei risultati, sia in termini di stress che di spostamenti.

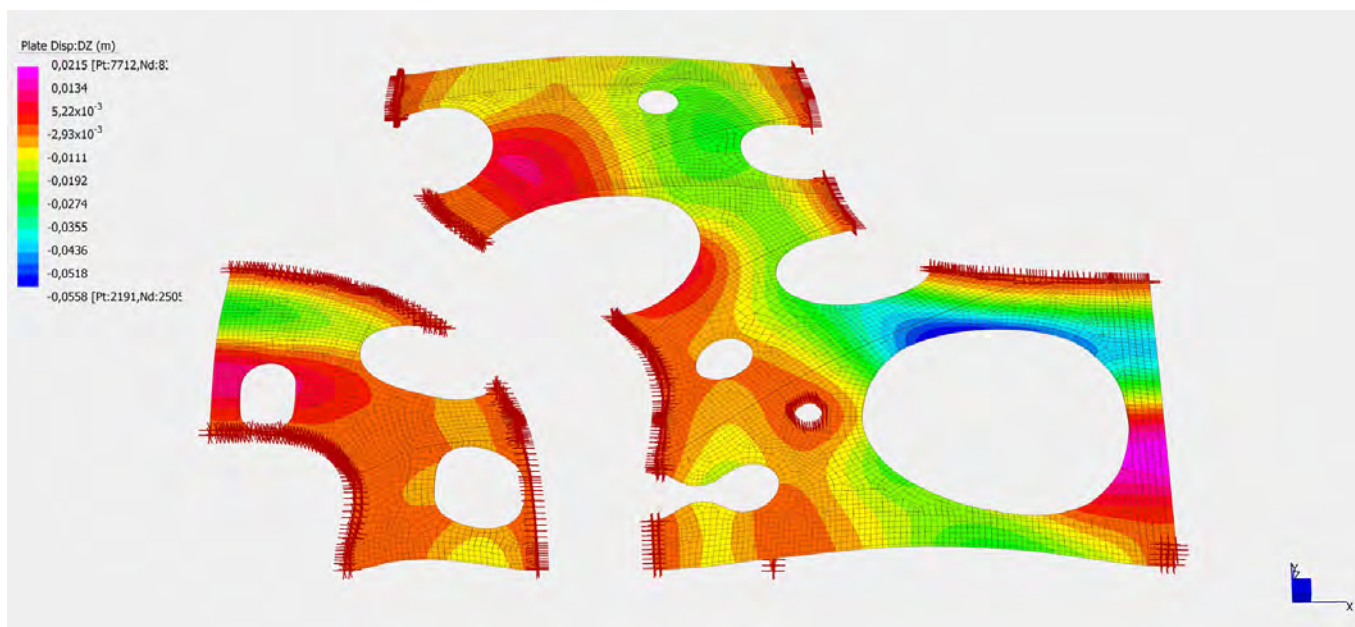
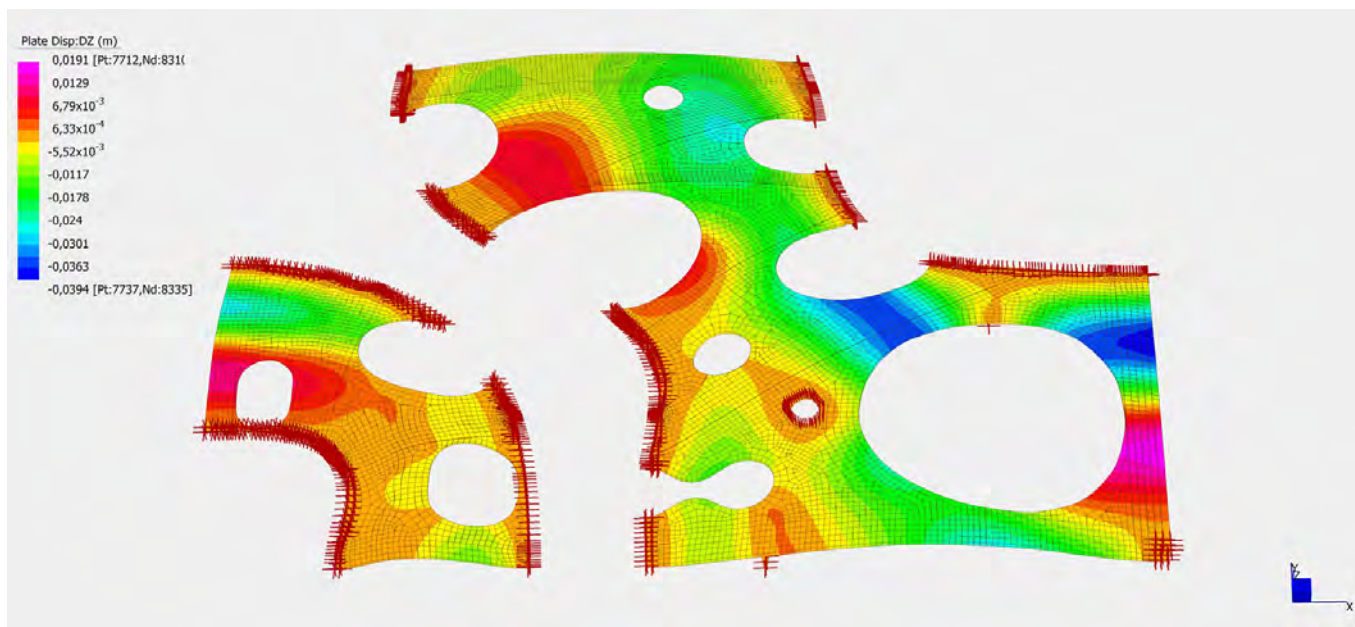
In particolare, per quanto riguarda gli spostamenti sotto l'azione dei carichi applicati, sono stati considerati con particolare attenzione quelli in direzione DZ, ovvero gli spostamenti lungo l'asse verticale.

Già dai primi grafici è stato riscontrato che la zona maggiormente problematica, ovvero, soggetta a grande stress e con valori negativi delle deformazioni in direzione z molto elevati fosse, come ci si aspettava, la parte a sud della grande shell; è qui infatti che si trova la campata più grande di tutta la struttura. Ed è stato interessante valutare, nei vari modelli, l'entità degli spostamenti, e confrontarle, verificando che effettivamente le modifiche apportate al modello producevano una conseguente riduzione del valore della deformazione in corrispondenza della zona interessata.

Questo confronto è stato effettuato anche analizzando le deformate (accentuando graficamente l'effetto) della struttura prima e dopo l'inserimento dei sostegni sotto la grande shell.



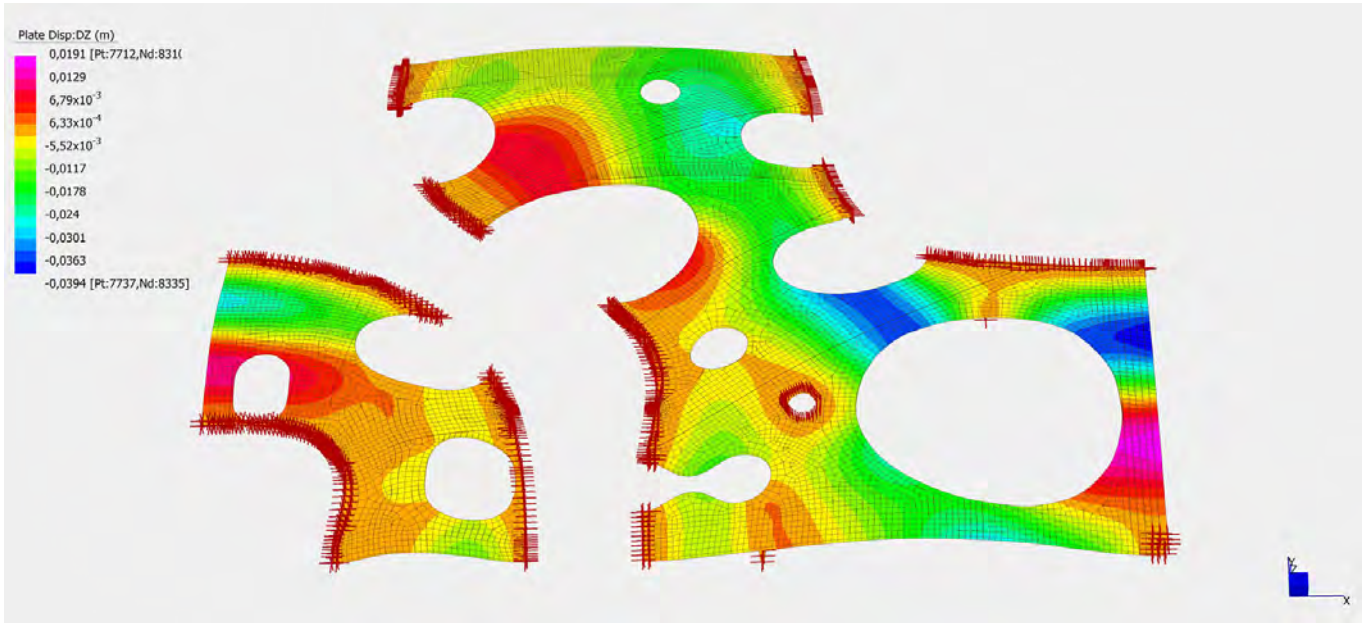
40 - Displacement DZ: modello con l'individuazione delle sole due shells.
41 - Displacement DZ: modello con l'individuazione, in entrambe le superfici, degli archi portanti e delle zone non portanti.



42 - Displacement DZ: inserimento del primo sostegno verticale: il setto al di sotto dell'arcata sud della shell grande.

43 - Displacement DZ: inserimento secondo sostegno verticale: blocco ascensore ad ovest della grande corte.

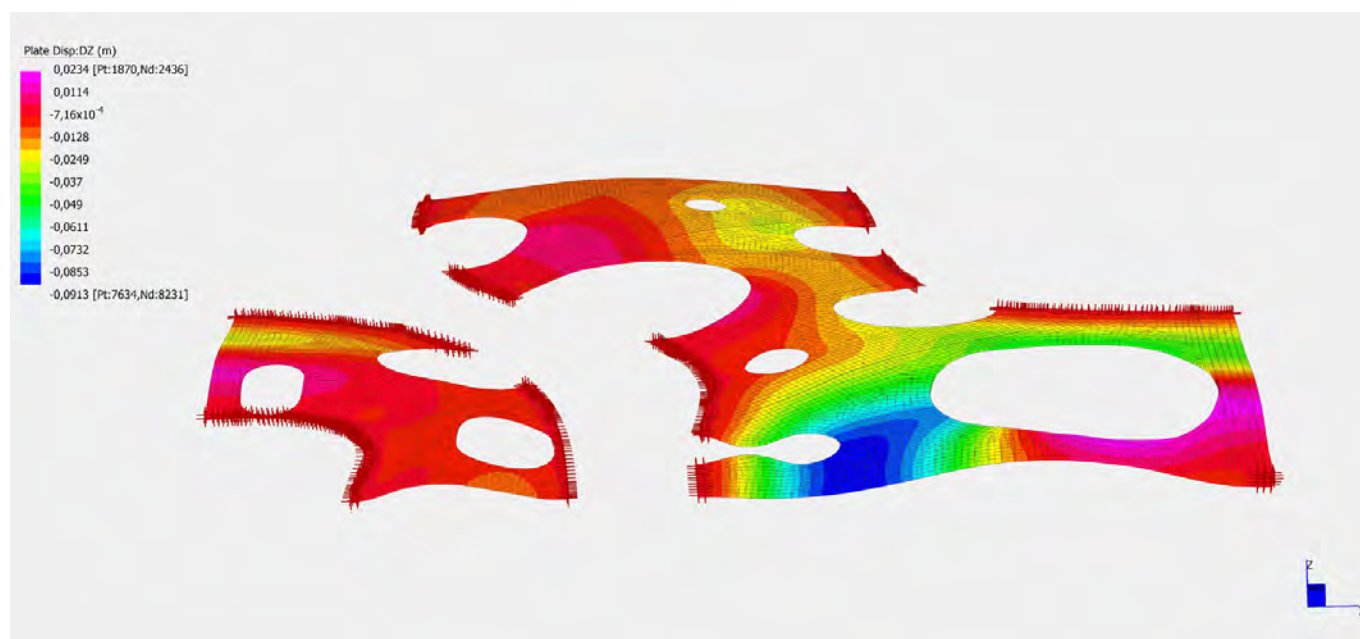
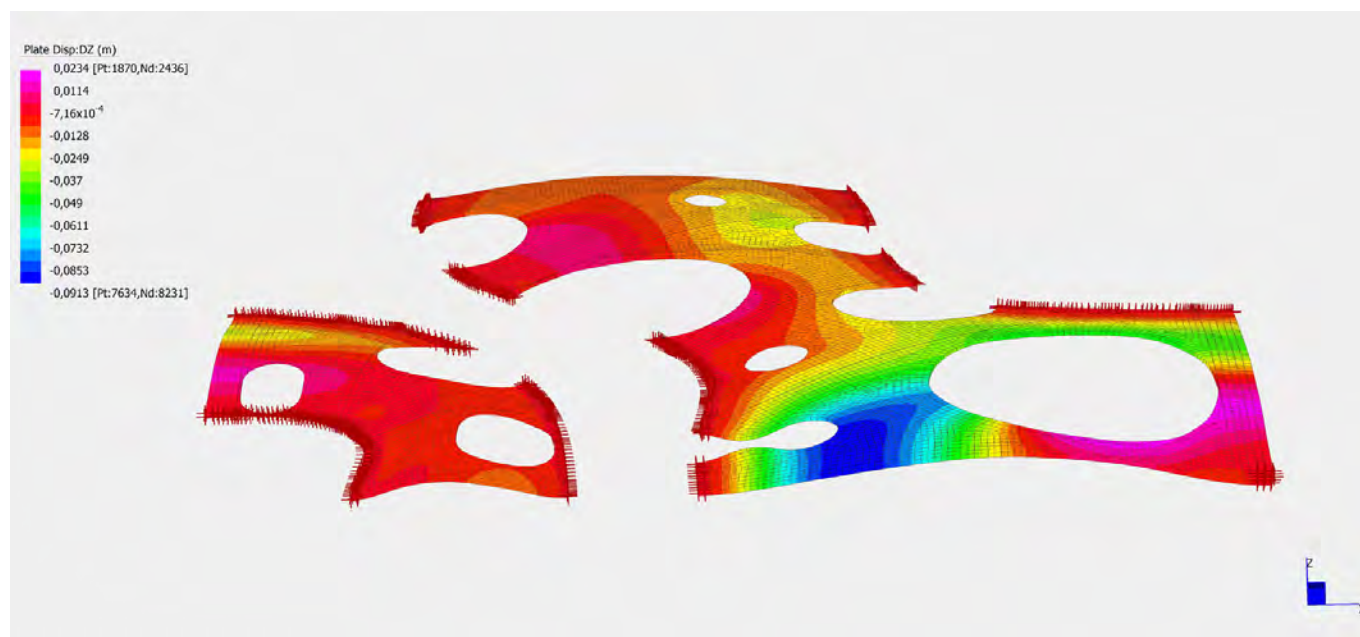
44 - Displacement DZ: inserimento terzo sostegno verticale: pilastro (con sezione circolare) a nord della grande corte.



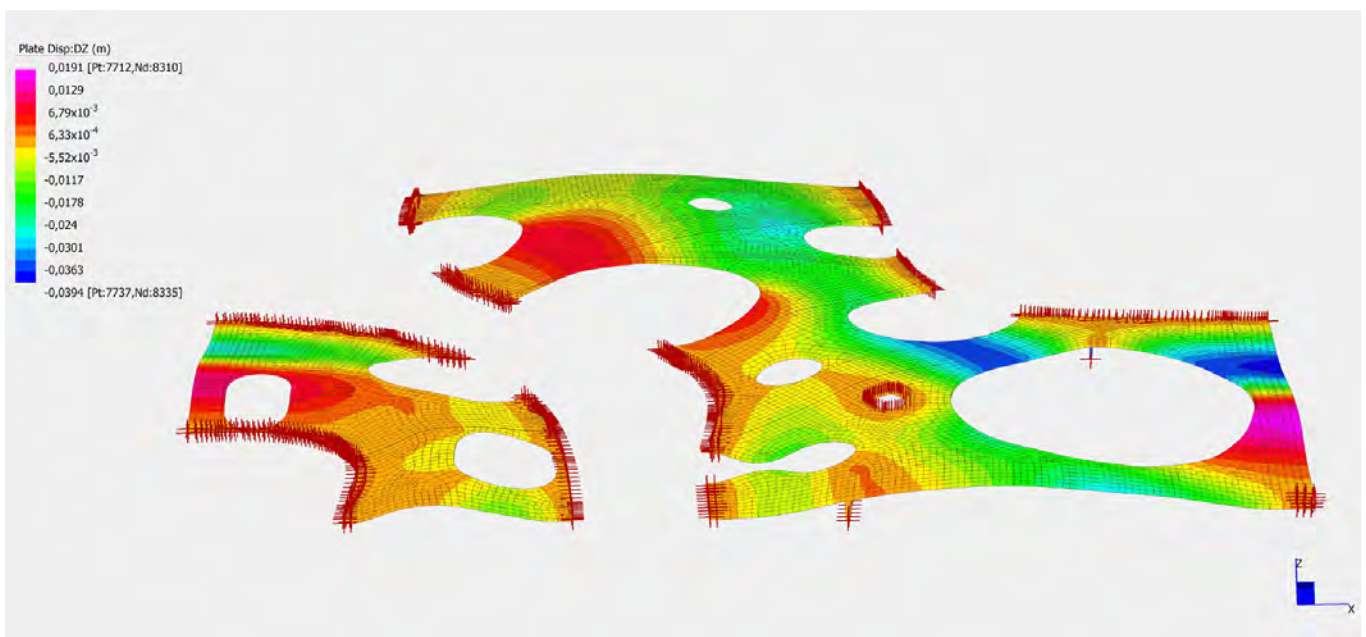
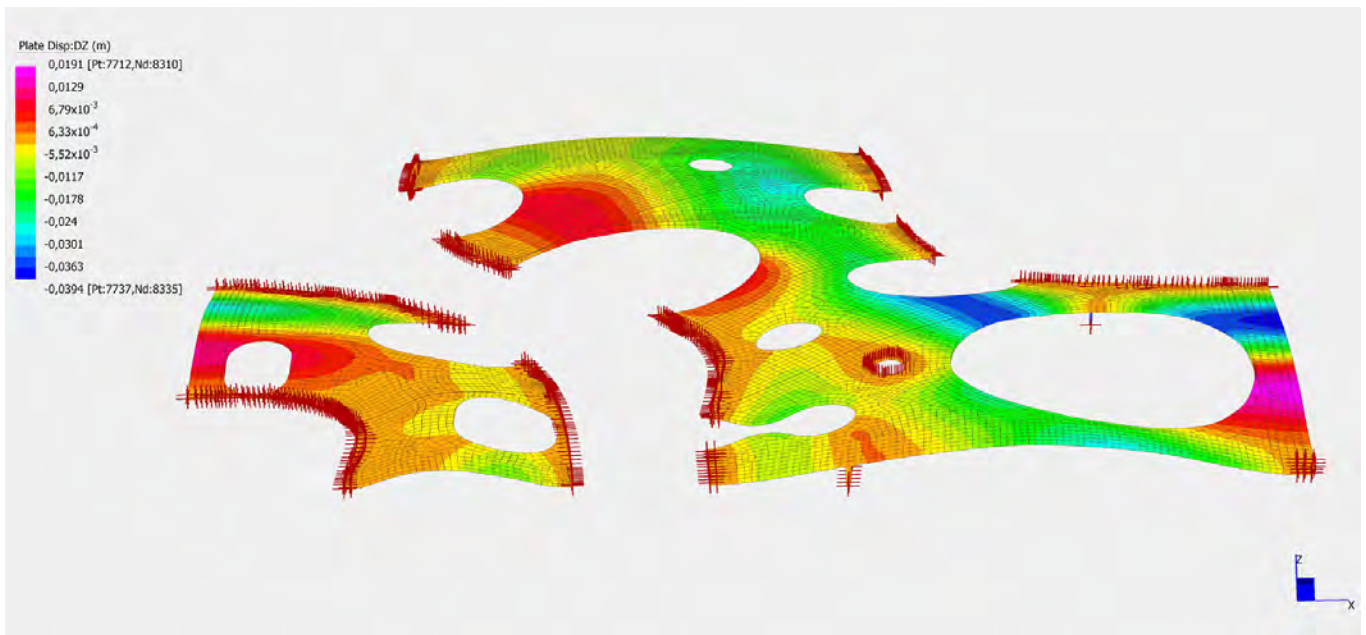
Per quanto riguarda, infine, lo studio di quello che abbiamo definito il *fenomeno tensionale*, anche in questo caso sono stati estrapolati e confrontati diversi grafici inizialmente relativi alle direzioni X, Y, Z, XY, YZ, ZX, all'interno di tutti i modelli elaborati, per poi capire che, per avere una idea generale della distribuzione del flusso delle tensioni, sarebbe stato maggiormente interessante estrapolare i risultati relativi alle tensioni principali σ_{11} e σ_{22} . Mi sembra opportuno, sebbene questa possa essere cosa nota, specificare che i valori delle tensioni principali sono due perché le superfici sono state studiate come elementi *plate*, piastre, definite da due dimensioni, laddove la terza dimensione, ovvero lo spessore, è di entità minore rispetto alle altre due direzioni e tale, pertanto, da poter essere considerata influente. Se, per esempio, avessimo scelto di considerare la piastra come un elemento *brick*, ovvero, tridimensionale, avremmo avuto anche una terza direzione principale, la σ_{33} .

Non è stato immediato giungere a tali conclusioni, e soprattutto comprendere ciò che avviene all'interno di una superficie così complessa. Pertanto, è stato indispensabile partire dallo studio e dall'interpretazione di modelli più semplici, tra cui archi liberi, con caratteristiche geometriche differenti, e piastre, tese e compresse, riprendendo quanto spiegato nel capitolo 2, paragrafo 2.2 *La tensione all'interno di un corpo*.

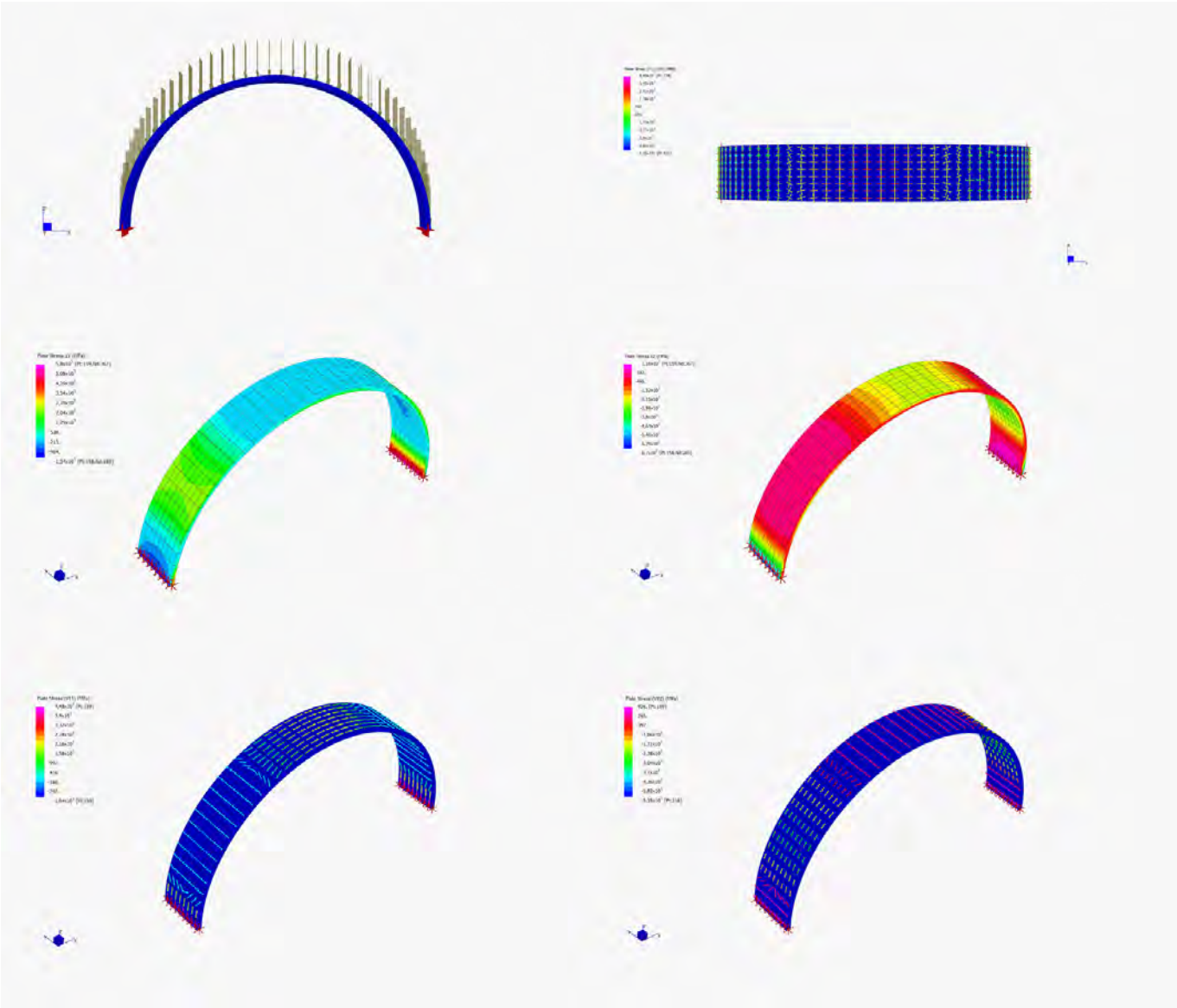
È in questo paragrafo, in cui la questione delle tensioni è stata affrontata in termini di sollecitazioni della struttura, che si è fatto riferimento ad una



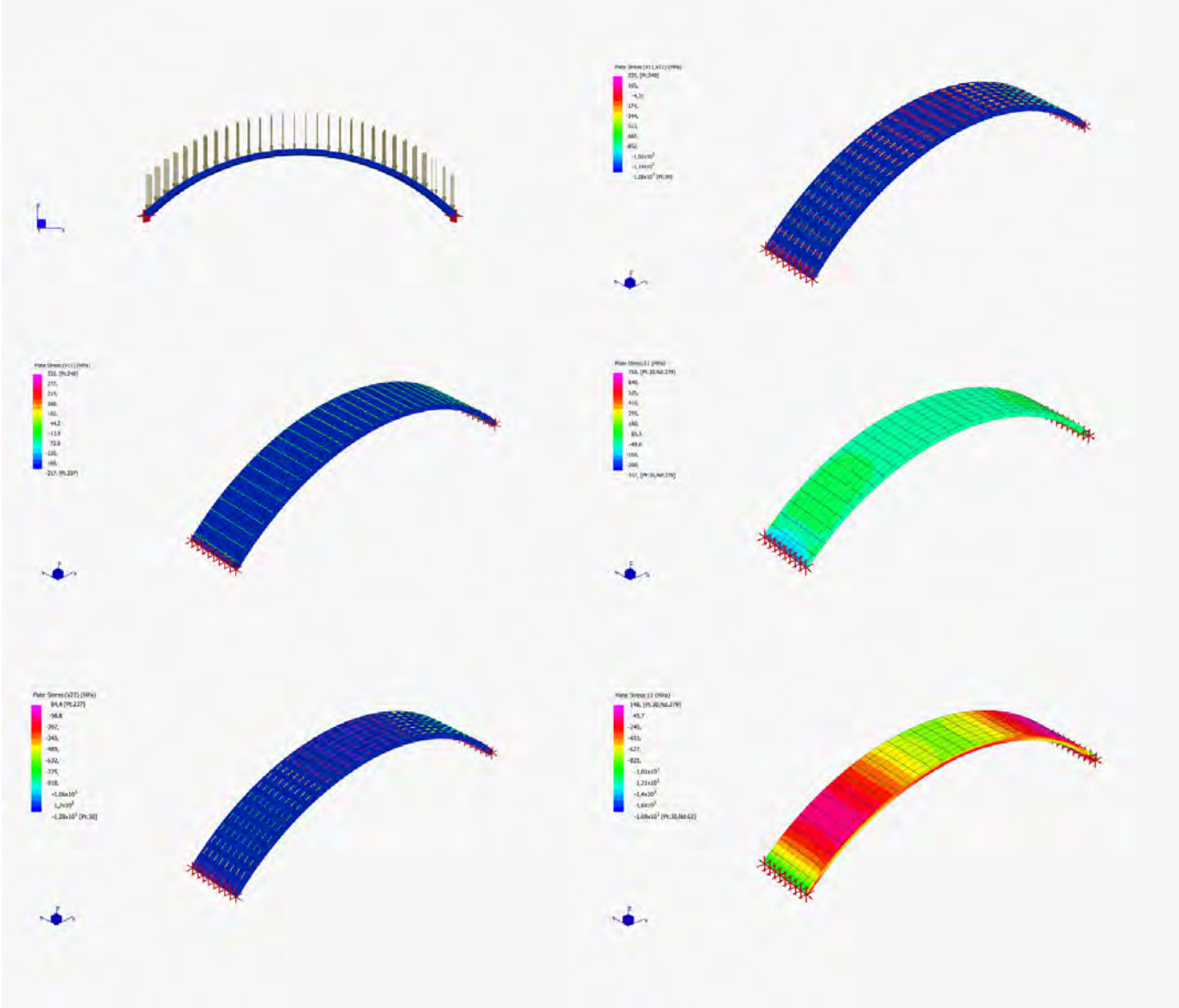
45, 46 - Modello antecedente all'inserimento dei sostegni sotto la parte sud della superficie grande, displacement DZ; a confronto: configurazione non deformata, in alto, e deformata, in basso.



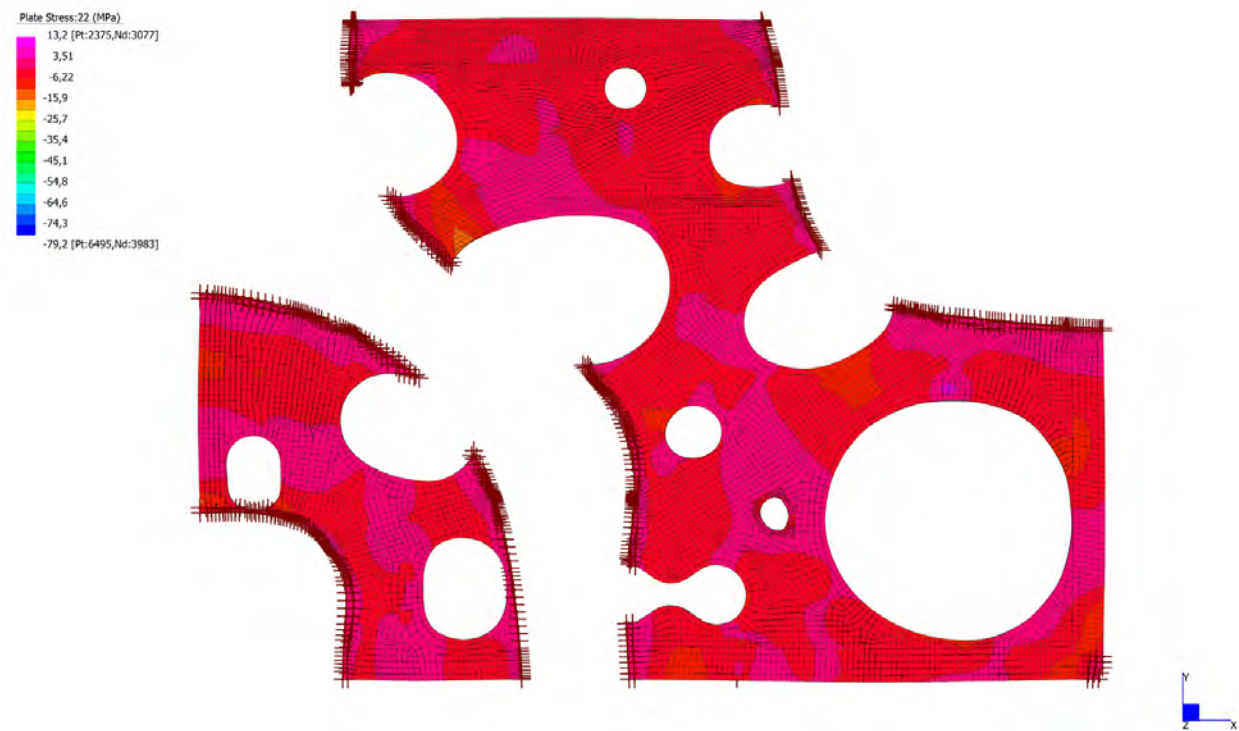
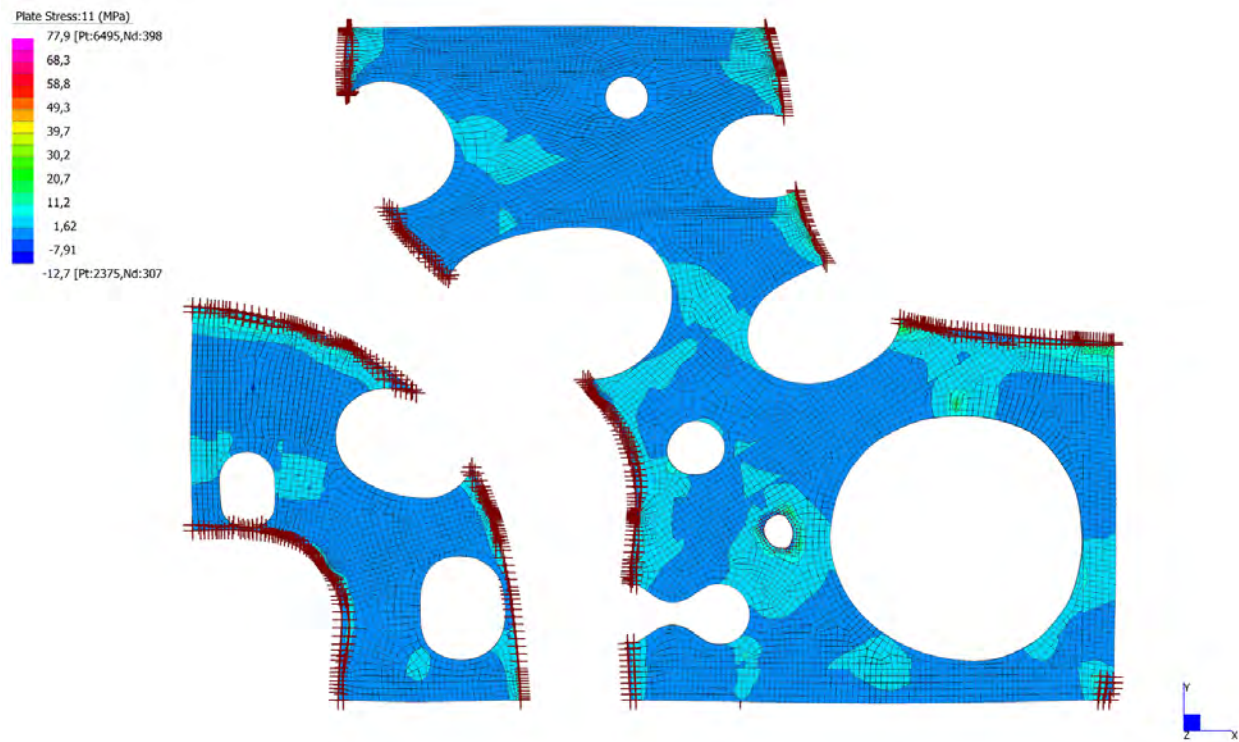
47, 48 - Modello definito, displacement DZ; a confronto: configurazione non deformata, in alto, e deformata, in basso.



49 - Arco a tutto sesto: tensioni principali in direzione 11 e 22, sotto forma di vettori e di contour.



50 - Arco ribassato: tensioni principali in direzione 11 e 22, sotto forma di vettori e di contour.



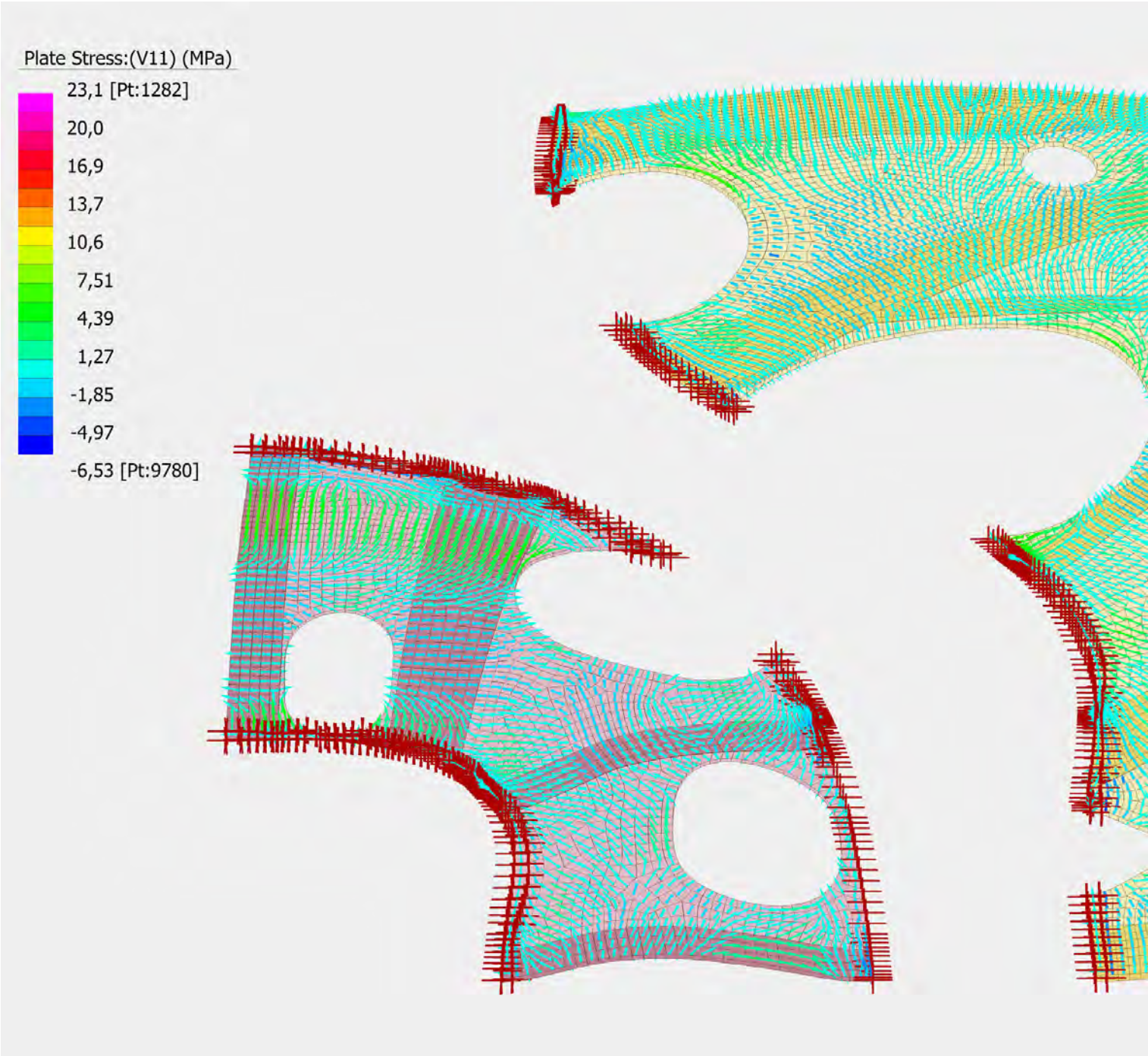
rete di linee, le isostatiche, la cui individuazione ci dà una rappresentazione globale delle sollecitazioni della struttura. Tali linee, definite anche come plesso-tensionale, non sono altro che l'involuppo delle direzioni principali, di tensione, le σ_{11} , σ_{22} , σ_{33} .

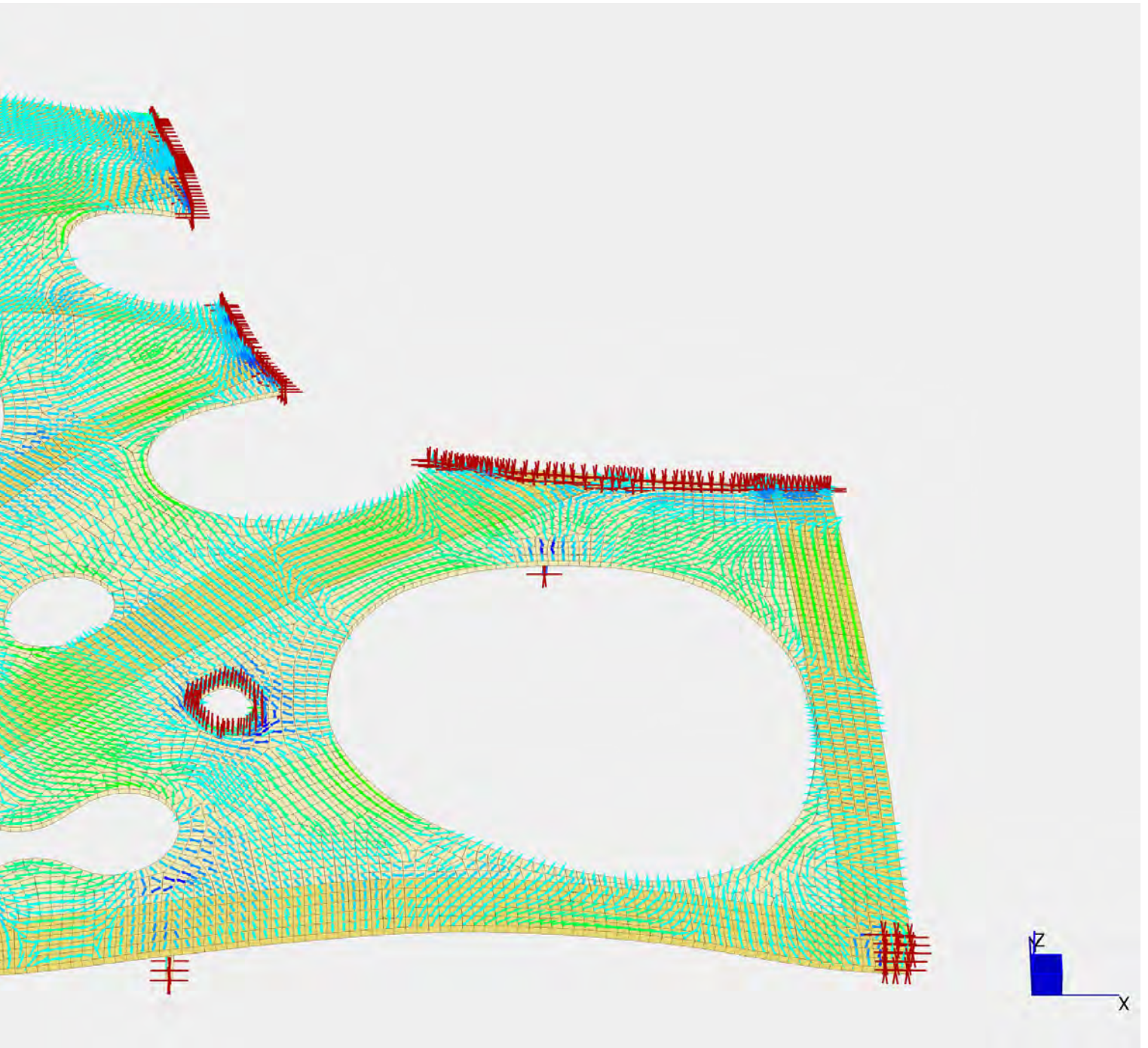
I valori delle tensioni principali sono forniti dal programma sia analiticamente che graficamente, e sia sotto forma di *contour* (aree di colore ciascuna caratterizzata da un determinato valore della tensione) che sotto forma di vettori uscenti da ciascuna faccia della mesh.

Inviluppando i vettori, rispettivamente, delle tensioni in direzione 11 e di quelli in direzione 22, e sovrapponendo i due grafici, si è ottenuto così il disegno delle linee isostatiche della struttura, differenziate per colore e spessore, in base all'entità della sollecitazione, e distinguendo, utilizzando un segno grafico differente, tra sollecitazioni di compressione e sollecitazioni di trazione.

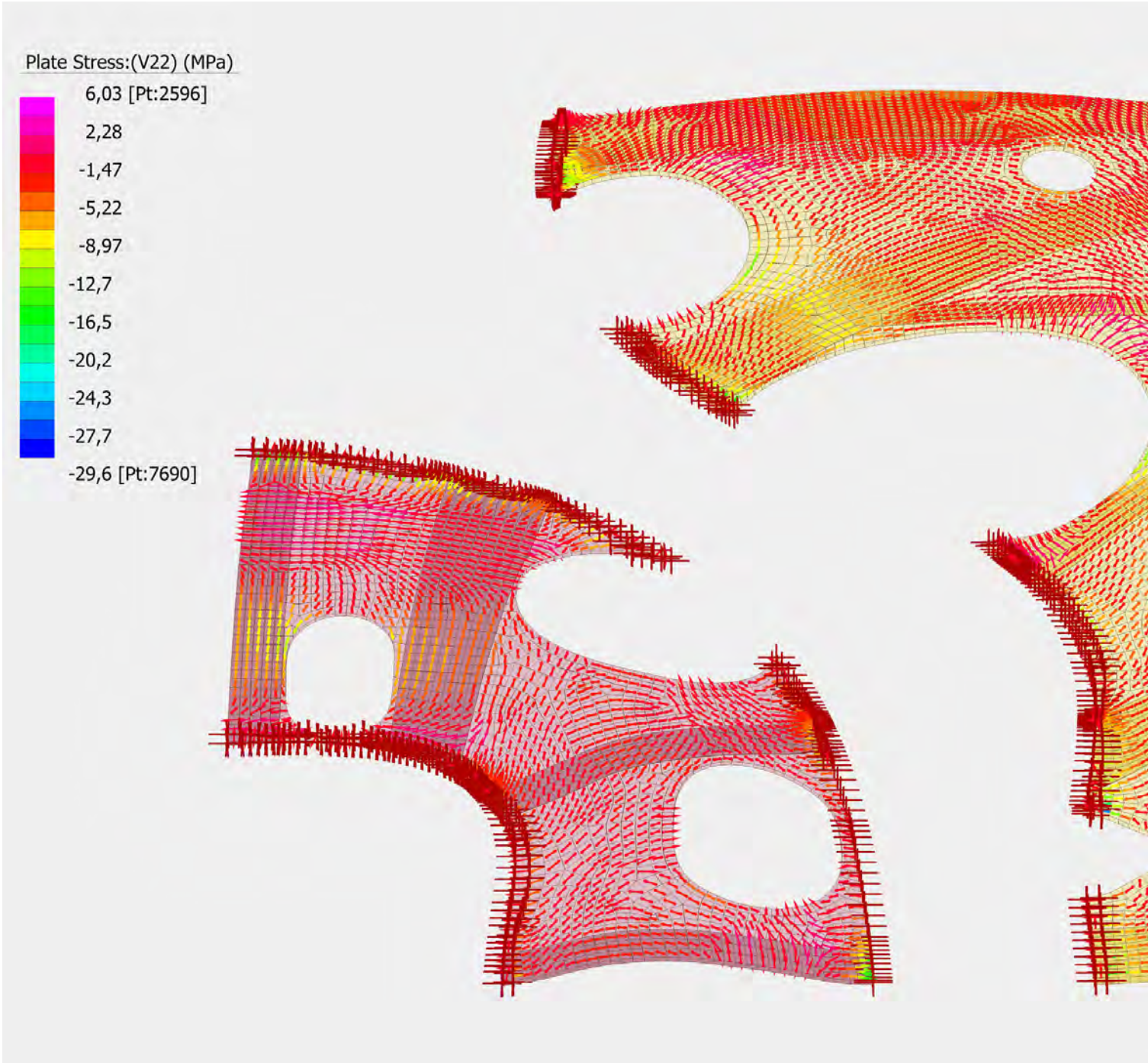
51 - Stress in direzione 11, contour; vista zenitale.

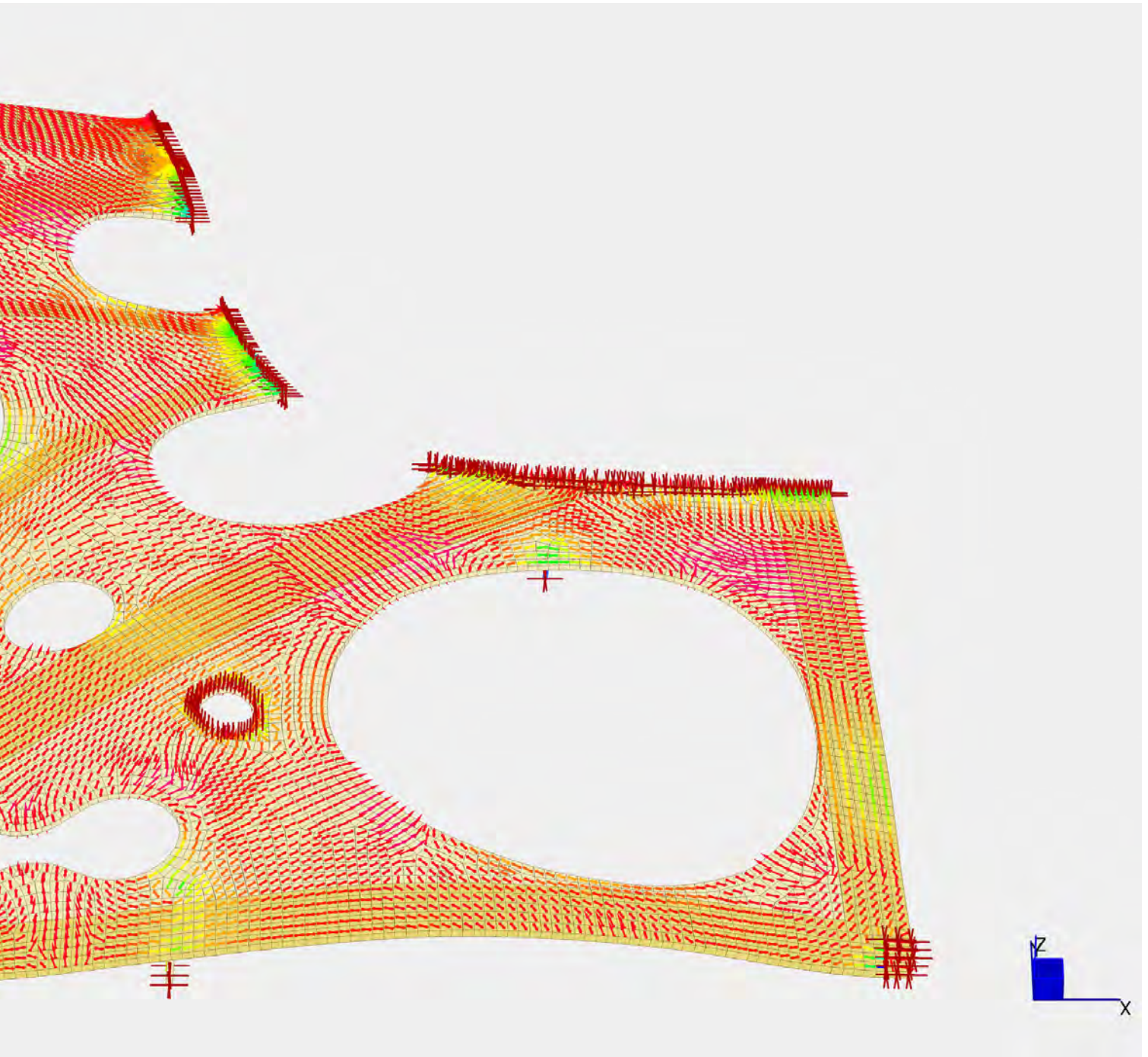
52 - Stress in direzione 22, contour; vista zenitale.





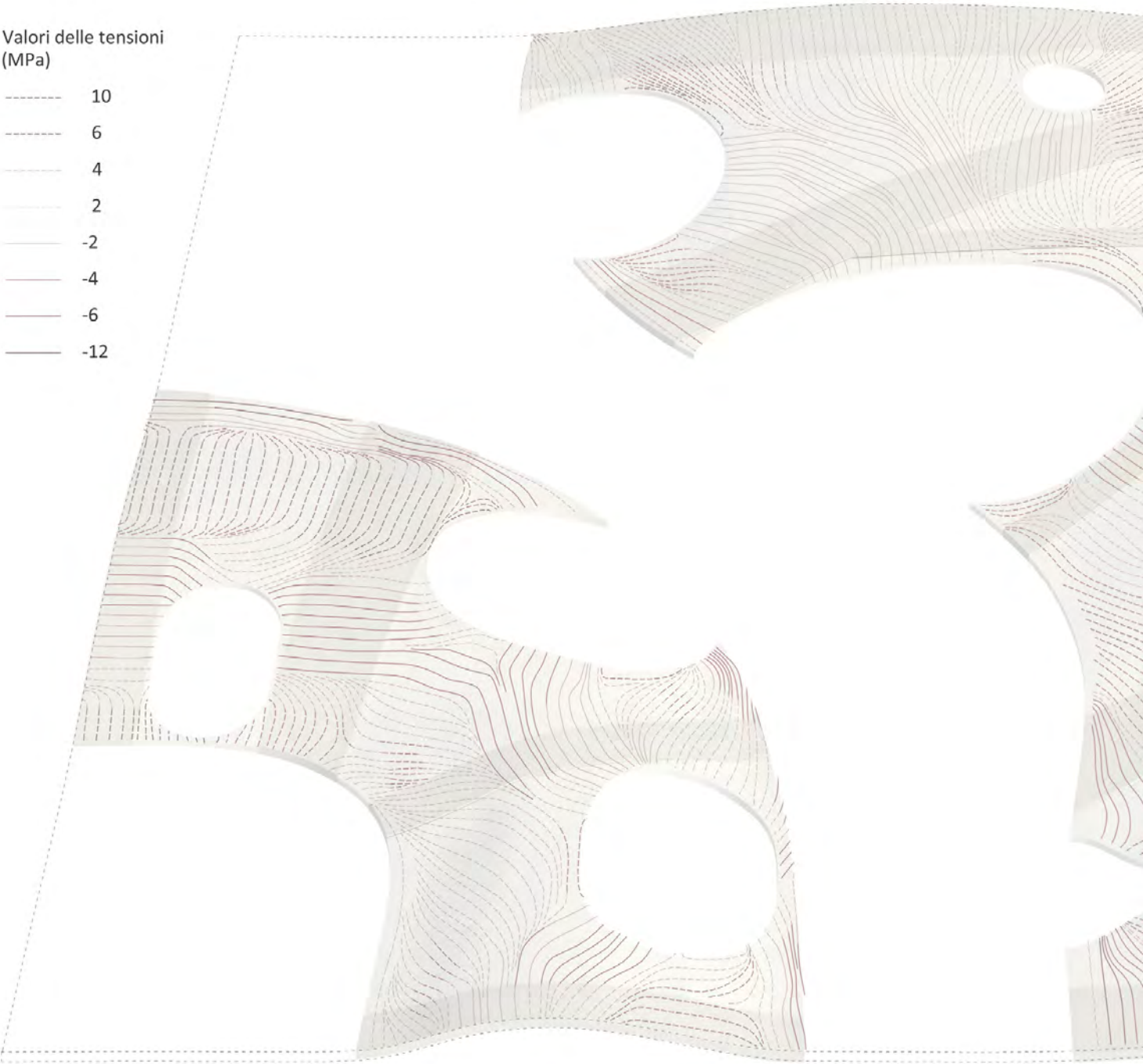
53 - Stress in direzione 11, vettori.

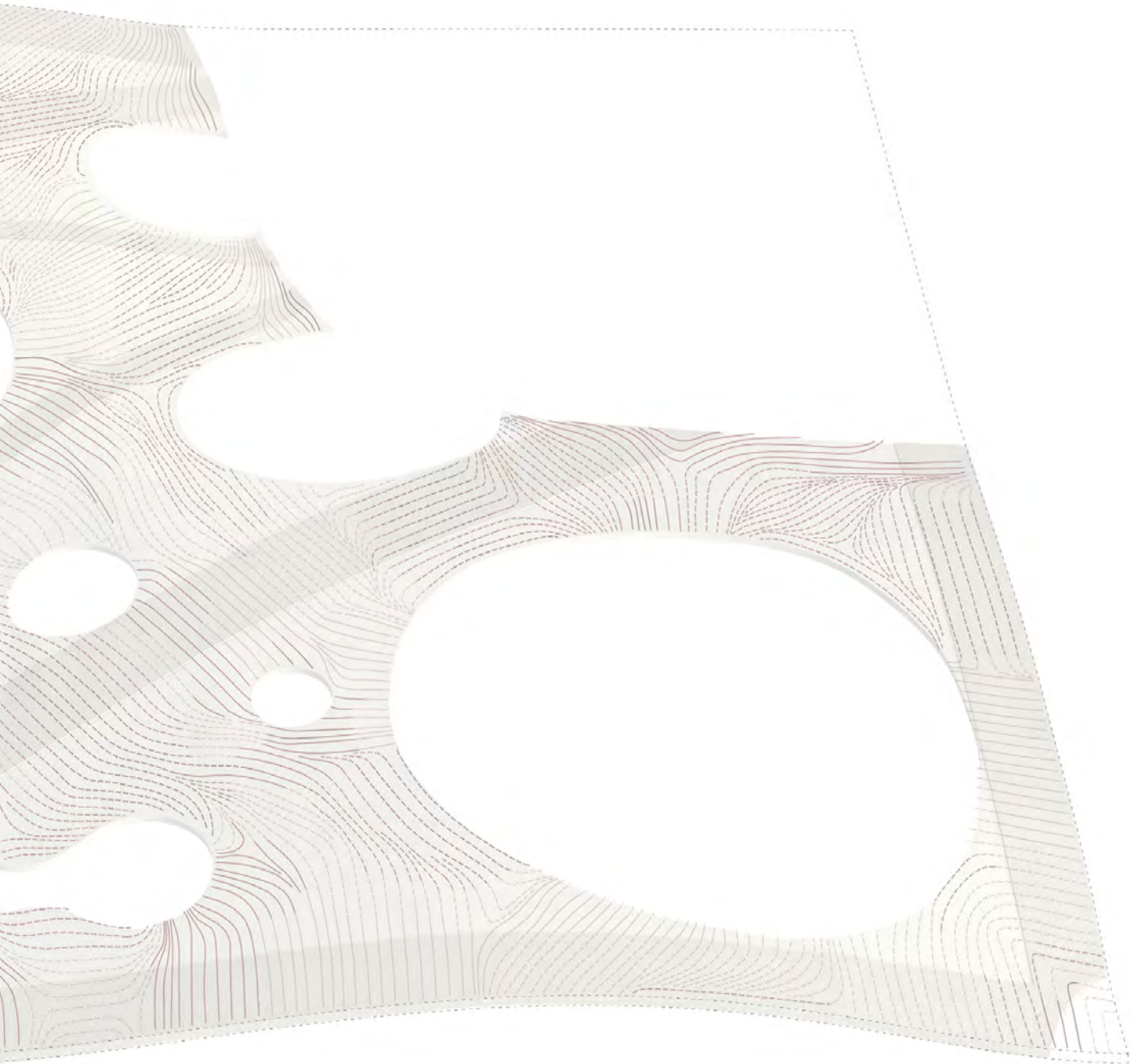




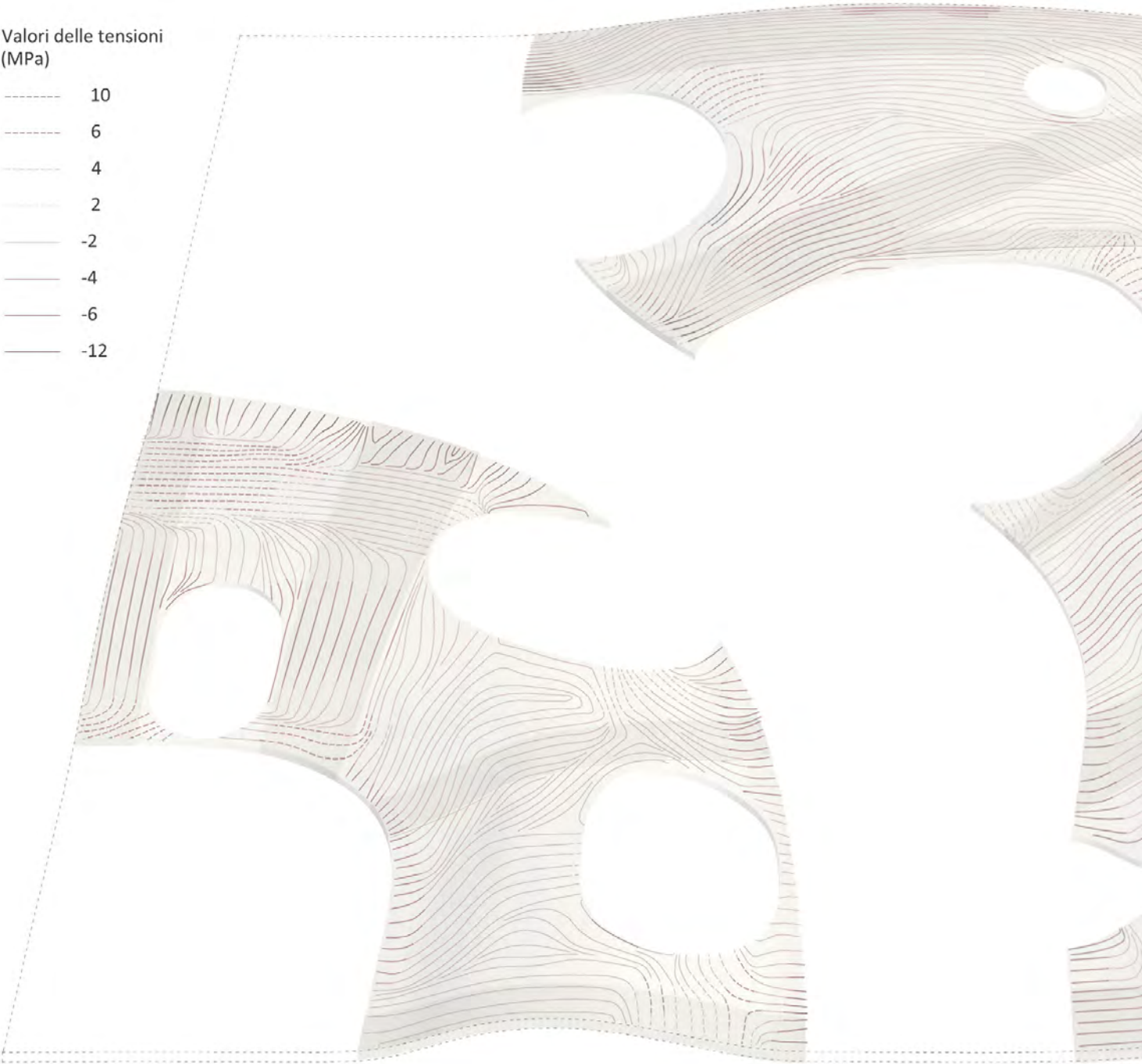
54 - Stress in direzione 22, vettori.

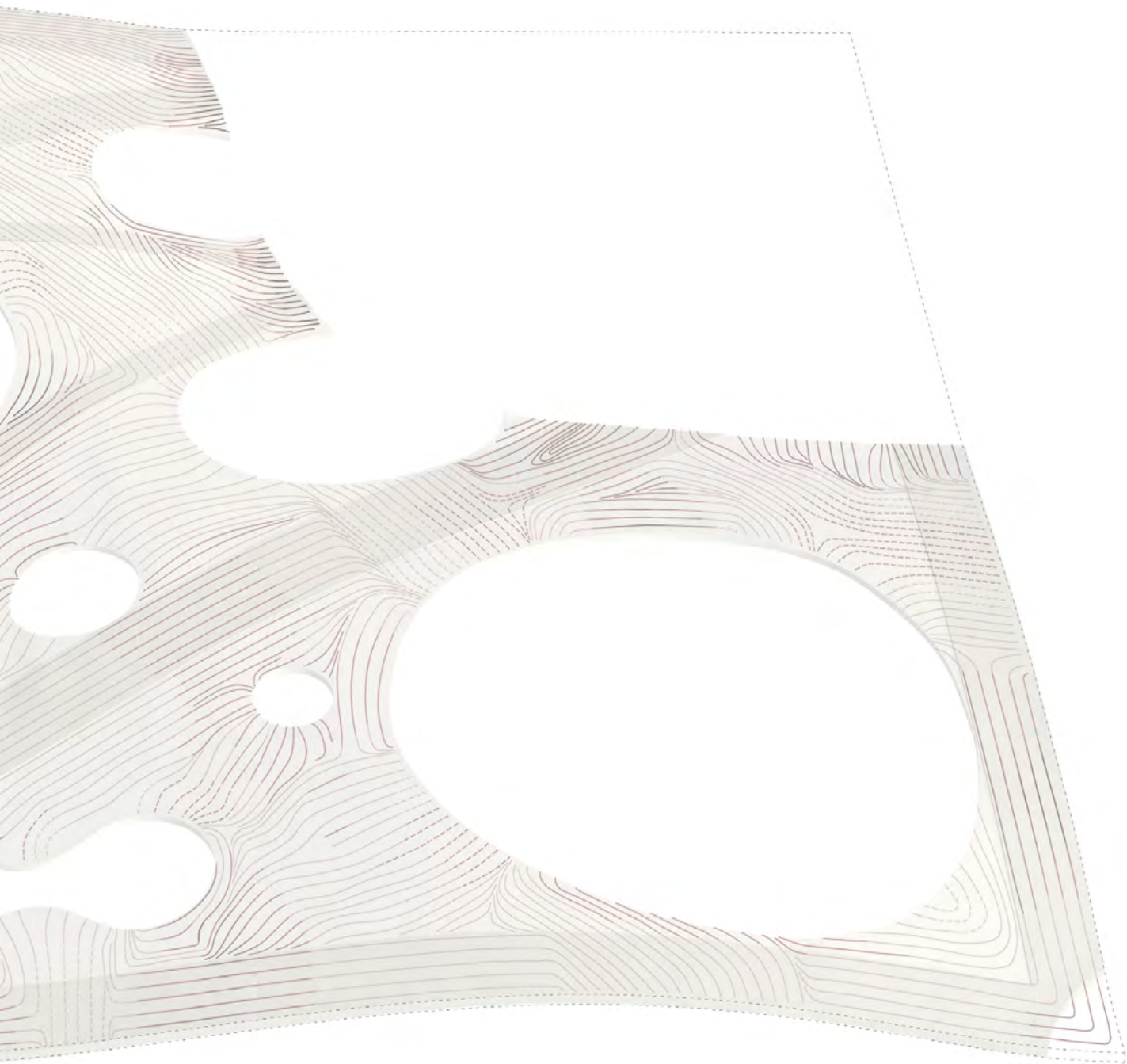
4.5.7 Rielaborazione grafica dei risultati



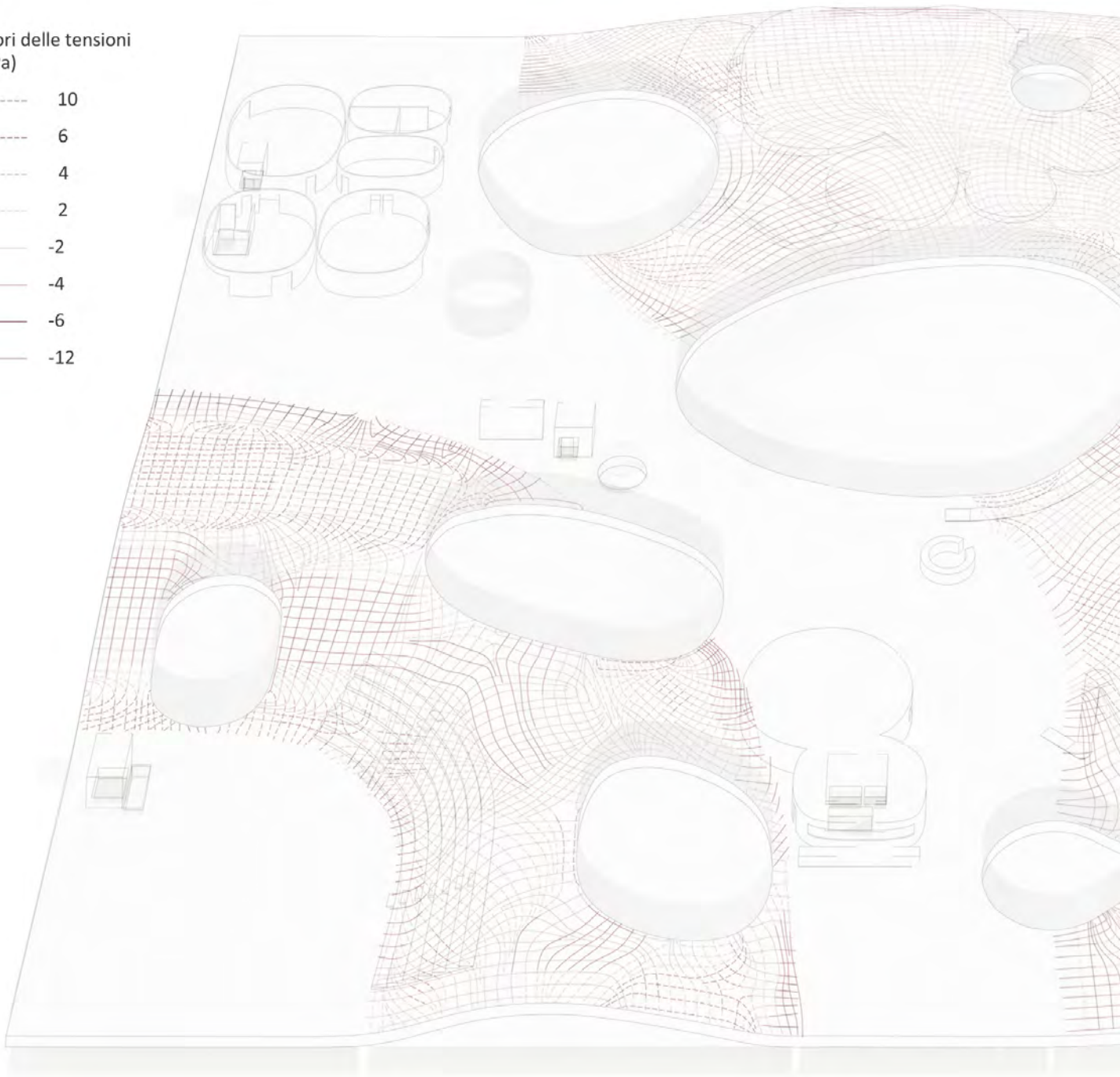


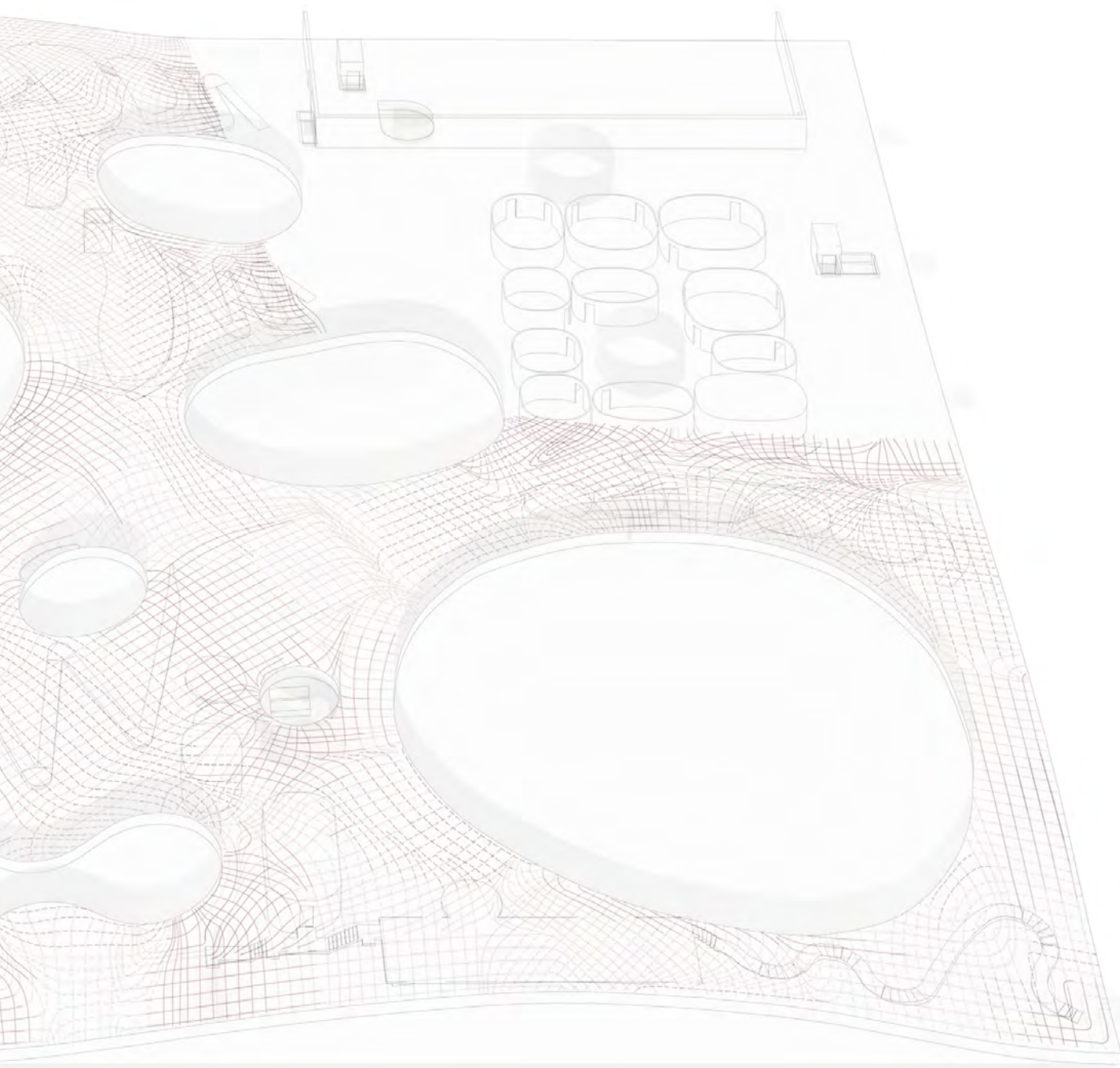
Valori delle tensioni
(MPa)





Valori delle tensioni
(MPa)





57 - Sovrapposizione delle isostatiche in direzione 11 e 22, ovvero, plesso-tensionale della struttura.

Note

¹ Uno dei progetti per cui l'EPFL ha ricevuto fama mondiale è stato il Blue Brain Project che riproduce un modello digitale biologicamente accurato del cervello di un mammifero.

² Francesco Della Casa & Eugène, *Rolex Learning Center*, EPFL Press, first edition, Lausanne 2010, p. 69. La considerazione, contenuta nel paragrafo intitolato *An infinite library*, rientra all'interno di un discorso più vasto riguardo al ruolo delle biblioteche, sia come luogo fisico che come contenitori di informazioni.

³ Nina Bassoli, *Espace roulant*, in Lotus n. 146, 2011.

⁴ cfr. Lucy Bullivant, *Rolex Learning Center - Lausanne*, Switzerland, in The Plan n. 41, aprile 2010, p.36.

⁵ *Architettura come paesaggio*, intervista a Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa, in Detail 5, 2010.

⁶ ibidem.

⁷ ibidem.

⁸ Nina Bassoli, *Espace... op. cit.*

⁹ cfr. Francesco Della Casa & Eugène, *Rolex... op. cit.*, A promenade inside, p.147.

¹⁰ *Architettura come paesaggio, op. cit.*

¹¹ Jacques Lucan, *No-Stop Building: l'orizzonte interno di un oggetto*, tradotto dal francese da Jacopo Pes, in Casabella n. 790, giugno 2010, p. 6.

¹² Lucy Bullivant, *Intervista a Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa*, Losanna, Rolex Center, 17 febbraio 2010, in The Plan n. 41, aprile 2010, p. 44.

¹³ Jacques Lucan, *No-Stop Building... op. cit.*, p. 6.

¹⁴ Nelle varie interviste a Sejima e Nishizawa, non viene mai chiarita la genesi geometrica delle corti. Probabilmente non sono dei rapporti geometrici a definire la forma dei diversi patii, ma, molto presumibilmente, la forma e la collocazione dei fori all'interno della piastra ondulata sono legate ad esigenze di tipo spaziale, funzionale e percettivo.

¹⁵ Lucy Bullivant, *Intervista a... op. cit.*, p. 44.

¹⁶ Mutsuro Sasaki, fondatore nel 1980 a Tokyo dello studio Sasaki Structural Consultants, nel 2005 ha pubblicato un libro dal titolo *Flux Structures*, in cui spiega il suo approccio al calcolo e allo studio delle forme strutturali. Professore dal 1999 presso l'Università di Nagoya e dal 2004 presso la Hosei University di Tokyo.

¹⁷ Marco Biagi, *Volontà di forma e razionalità strutturale secondo il metodo di Mutsuro Sasaki*, in Casabella n. 790, giugno 2010, p. 11.

¹⁸ cfr. *From Control to Design: Parametric / Algorithmic Architecture*, ACTAR, settembre 2008, pp. 68-99.

¹⁹ Francesco Della Casa e Eugène, *Rolex... op. cit.* . La questione della struttura è affrontata in particolare nel paragrafo *How to build perforated shells?*, pp. 177-194.

²⁰ cfr. Mario Como, *Statica delle costruzioni storiche in muratura - Archi, volte, cupole, architetture monumentali, edifici sotto carichi verticali e sotto sisma*, Aracne, seconda edizione, Roma, ottobre 2013; Riccardo Gulli, *Struttura e Costruzione*, Firenze University press, Firenze 2007; Eduardo Torroja, *La concezione strutturale - Logica ed intuito nella ideazione delle forme*, UTET, Torino, 1966.

²¹ Mi sembra doveroso specificare che, all'interno di quest'analisi, non sono stati presi in considerazione gli effetti dovuti alla fessurazione, viscosità e ritiro propri del cemento armato, così come non sono state effettuate delle verifiche delle sezioni resistenti. L'analisi è stata condotta a livello qualitativo, costruendo un modello geometrico quanto più possibile rispondente alle connotazioni reali, e calcolando, sotto l'azione dei carichi, le risposte del modello, in termini di deformazioni e di stress.

²² Straus7 è un sistema generale per l'analisi ad elementi finiti sviluppato da G+D Computing; esso consente sia la costruzione di modelli ad elementi finiti che la loro analisi e l'estrazione dei risultati ed è un programma molto versatile, in quanto si adatta a tutti gli ambienti e dimensioni industriali, dall'ingegneria aeronautica ai settori civile, meccanico, navale, geotecnico, oltre che all'industria pesante e dei materiali. L'ambiente di pre-processamento contiene una serie di strumenti molto potenti per la manipolazione della geometria e quello di post-processamento permette la gestione dei risultati in modo facilitato, offrendo una gamma diversificata di soluzioni grafiche, aspetto quest'ultimo che si è rivelato molto interessante ed utile ai fini dell'interpretazione e della rielaborazione grafica dei risultati.

²³ Questa definizione, così come la maggior parte delle informazioni specificamente strutturali è tratta da:

Manfred Grohmann, Klaus Bollinger, Agnes Weilandt, Michael Wagner, *Form finding of the shell structures of the ROLEX LEARNING CENTER in Lausanne*, atti del Convegno Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium 2009, Valencia Evolution and Trends in Design, Analysis and Construction of Shell and Spatial Structures 28 September – 2 October 2009, Universidad Politecnica de Valencia, Spain.

²⁴ La reale modellazione della struttura è stata elaborata tramite il software SO-FiSTiK, anch'esso un programma ad elementi finiti, ed è stata influenzata principalmente da tre condizioni: la verifica delle sezioni sotto carichi di progetto, le deformazioni e la stabilità al carico di punta. Tutte queste componenti sono state analizzate poi considerando gli effetti dovuti alla fessurazione, lo slittamento e la contrazione del calcestruzzo.

²⁵ In Straus, come in altri programmi simili, è possibile disegnare elementi beam, ovvero, monodimensionali, elementi plate, bidimensionali, e oggetti brick, tridimensionali.

²⁶ Il getto del calcestruzzo è stata una delle cose più impegnative. Per questo motivo è stata sviluppata una sorta di "gel", liquido abbastanza per seguire le forme ma anche abbastanza solido da non scivolare lungo le geometrie curve degli archi. Questo particolare tipo di cemento si chiama *tixotropico*, il che significa che è solido, compatto, a riposo, ma diventa maggiormente plastico se soggetto a vibrazioni [tixotropia (o tissotropia), in chimica fisica, il fenomeno, presentato da alcuni gel, di passare allo stato liquido per effetto di semplice agitazione o sotto l'azione di vibrazioni (per es., ultrasuoni), per poi tornare a coagularsi quando l'azione meccanica perturbatrice viene sospesa].

Altri fattori molto importanti sono stati poi il tempo di esecuzione e le condizioni atmosferiche. Se avesse piovuto, la fluidità del cemento sarebbe aumentata più

del necessario; d'altronde, se avesse fatto molto caldo, l'acqua sarebbe evaporata troppo velocemente. Anche in questo caso, è stato fondamentale trovare il giusto compromesso.

PARTE QUARTA

APPENDICE

Bibliografia

AA.VV., *From Control to Design: Parametric / Algorithmic Architecture*, ACTAR, settembre 2008.

Ackerman James S., *Architettura e disegno La rappresentazione da Vitruvio a Gebry*, Mondadori Electa, Milano 2003.

Aoki Jun, *The flexibility of Kazuyo Sejima*, in JA 35, 1999.

Arnheim Rudolf, *La dinamica della forma architettonica*, traduzione dall'inglese di Maurizio Vitta, Campi del sapere/Feltrinelli, Milano 1985.

Arnheim Rudolf, *Art and visual perception: a psychology of the creative eye*, University of California press, Berkeley and Los Angeles, 1954, tr. it. di Gillo Dorfles, *Arte e percezione visiva*, Feltrinelli, venticinquesima edizione, Milano 2011.

Artibani M., Neri G., Partenope R., Purini F., Sinisgalli R., Vaccaro C., Zoffoli P., *Nel disegno*, Renato Partenope (a cura di), Clean, Roma 1992.

a+u , *Architecture and Urbanism, Cecile Balmond*, novembre 2006.

a+u , *Architecture and Urbanism, CCTV by OMA*, luglio 2005.

Baglione Chiara, *Costruire la memoria. Conversazione con Peter Zumthor*, in Casabella n. 728-729, dicembre 2004-gennaio 2005.

Baglione Chiara, *Costruire col fuoco: la cappella nell'Eifel*, in Casabella n. 747, settembre 2006.

Baldacci Riccardo, *Scienza delle costruzioni*, Volume primo – Fondamenti di meccanica dei solidi, Ristampa corretta, UTET, Torino 1996.

Baldacci Riccardo, *Scienza delle costruzioni*, Volume secondo – Fondamenti di meccanica delle strutture, Ristampa corretta, UTET, Torino 1996.

Bassoli Nina, *Espace roulant*, in Lotus n. 146, 2011.

- Berger John, *Sul disegnare*, Nadotti M. (a cura di), Libri Scheiwiller-Federico Motta, Milano 2007.
- Biagi Marco, *Volontà di forma e razionalità strutturale secondo il metodo di Mutsuro Sasaki*, in Casabella n. 790, giugno 2010.
- Blaser Werner, *Mies van der Rohe*, Rizzoli, New York 1985.
- Blaser Werner (a cura di) *Mies van der Rohe*, Zanichelli, Bologna 1991.
- Bonaiti Maria, *LOUIS I. KAHN 1901-1974*, Electa, Milano 2012.
- Bradshaw Richard, Campbell David, Gargari Mousa, Mirmiran Amir, Tripeny Patrick, *Special structures: past, present and future*, in Journal of Structural Engineering, June 2002.
- Brandi Cesare, *Struttura e architettura*, Einaudi editore, Torino 1967.
- Calvino Italo, *Lezioni Americane Sei proposte per il prossimo millennio*, Oscar Mondadori, ristampa, Trento 2012.
- Bullivant Lucy, *Rolex Learning Center - Lausanne*, Switzerland, in The Plan n. 41, aprile 2010.
- Bullivant Lucy, *Intervista a Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa*, Losanna, Rolex Center, 17 febbraio 2010, in The Plan n. 41, aprile 2010.
- Cacciatore Francesco, *Abitare il limite Dodici case di Aires Mateus & Associados*, Lettera Ventidue Edizioni, prima edizione, Siracusa 2011.
- Calzà Gianni, *Mies van der Rohe/Il Padiglione di Barcellona*, Alinea, Firenze 1989.
- Canobbio Andrea, *Impassibile/Incandescente*, in Abitare n. 479, febbraio 2008.
- Capecchi Danilo, *Il concetto di tensione nella meccanica dei solidi del secolo XIX*, Atti del XXI congresso nazionale di storia della fisica e dell'astronomia.
- Capozzi Renato, *Le architetture ad Anla: il paradigma Mies van der Rohe*, Clean, Napoli 2010.
- Como Mario, *Statica delle costruzioni storiche in muratura - Archi, volte, cupole, architetture monumentali, edifici sotto carichi verticali e sotto sisma*, Aracne, seconda edizione, Roma, ottobre 2013.
- Crespi Giovanna, *Tra i ritagli di Tokyo – Satoshi Okada*, in Casabella 825, maggio 2013.
- Crespi Giovanna, *Un teatro sull'acqua*, in Casabella n. 757, luglio-agosto 2007.
- Curt Siegel, *Struttura e forma nell'architettura moderna*, traduzione e adattamento di Giorgio Andreon, CELI, Bologna 1968.
- Dal Co Francesco, *Tadao Ando*, volume 1 1969-1994, Electa, undicesima edizione, Milano 2008.
- Della Casa Francesco & Eugène, *Rolex Learning Center*, EPFL Press, first edition, Lausanne 2010.

- Denti Giovanni, *Mies van der Rohe: Villa Tugendhat*, Alinea, Firenze 2003.
- De Rubertis Roberto, *Il disegno dell'architettura*, Carocci, Roma 1994.
- Detail 5, 2010, *Architettura come paesaggio*, intervista a Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa.
- Diaz Moreno Cristina, Garcia Grinda Efren, *Ocean of air*, in *El Croquis* n. 121-122, SANAA 1998-2004.
- Diffuse Luca, Tesse Mariella, *SANAA Sejima + Nishizawa Bellezza disarmante*, Universale di Architettura fondata da Bruno Zevi 168, Marsilio, Venezia 2007.
- Di Pasquale Salvatore, *L'arte del costruire Tra conoscenza e scienza*, Marsilio, Venezia 1996.
- Eco Umberto, *La struttura assente La ricerca semiotica e il metodo strutturale*, Bompiani, settima edizione, Bologna 2008.
- El Croquis* n. 77, Kazuyo Sejima 1988-1996.
- El Croquis* n. 99, Kazuyo Sejima Ryue Nishizawa 1995-2000.
- El Croquis* n. 121-122, SANAA 1998-2004, *Liquid Playgrounds, fragments from a conversation*.
- El Croquis* n. 127, John Pawson 1995-2005.
- El Croquis* n. 139, SANAA 2004-2008.
- El Croquis* n. 155, SANAA 2008-2011, *Inorganic architecture*.
- Espuelas Fernando, *Il Vuoto Riflessioni sullo spazio in architettura*, Barcellona 1999, traduzione e cura di Bruno Melotto, Marinotti Edizioni, Milano 2004.
- Florio Riccardo, *Origini evoluzioni e permanenze della classicità in architettura. Un'esperienza di conoscenza disegno e rappresentazione dell'architettura*, Officina Edizioni, Roma 2004.
- Florio Riccardo, *Sul disegno Riflessioni sul disegno di architettura*, Officina Edizioni, Roma 2012.
- Frajese D'Amato Carmela, *Dal dettaglio tecnologico al disegno di dettaglio. Processi di discretizzazione nella facciata dell'Auditorium di Niemeyer*, in Florio R., *MAED Matrioteca fisica e virtuale per l'Architettura e per il Design*, Paparo Editore, Napoli 2013.
- Frajese D'Amato Carmela, *L'impronta della costruzione. Segno di identificazione, traccia, verità*, in *Impronte, Idee per la rappresentazione 6*, Atti del seminario di studi, ARTEGRAFICA PLS s.r.l. (ITA), 2014.
- Grohmann Manfred, Bollinger Klaus, Weilandt Agnes, Wagner Michael, *Form finding of the shell structures of the ROLEX LEARNING CENTER in Lausanne*, atti del Convegno Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium 2009, Valencia Evolution and Trends in Design,

Analysis and Construction of Shell and Spatial Structures 28 September – 2 October 2009, Universidad Politecnica de Valencia, Spain.

Guillermme Jacques, *La figuration graphique en architecture*, tr. it. di Laura Agnesi, *La figurazione in architettura*, Franco Angeli, Milano 1982.

Gulli Riccardo, *Struttura e Costruzione*, Firenze Univeristy press, Firenze 2007.

Hasegawa Yuko, *Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa SANAA*, Electa, seconda edizione, Milano 2011.

Hasegawa Yuko, *Space that obliterates and erases programs*, in El Cruquis n. 99, Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa 1995-2000.

Heidegger Martin, *L'arte e lo spazio*, Il melangolo, Genova 1997.

Heidegger Martin, *Saggi e discorsi*, a cura di Gianni Vattimo, edizione integrale commentata, Mursia, Milano 1976.

Hilberseimer Ludwig, *Mies van der Rohe*, Città Studi Edizioni, Torino 2003.

Idenburg Florian, *Relations in the architecture of Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa*, traduzione dall'inglese di Luca Diffuse, Postmedia Srl, Milano, 2010.

Isozaki Arata, *Ma: Japanese Time-Space*, in The Japan Architect 7902.

Ito Toyo, *Diagram architecture*, in El Croquis 77, Kazuyo Sejima 1988-96.

JA n. 35, 1999, *Materials and shapes Fragments of a conversation between Jacques Herzog, Kazuyo Sejima and Ryue Nishizawa*.

Jammer Max, *Storia del concetto di spazio*, con premessa di Albert Einstein, Feltrinelli, Milano 1966.

Journal of the international association for shell and spatial structures, Vol. 52, N. 3, September 2011.

Kakuzo Okakura, *The Book of Tea*, 1906, *Il libro del tè Lo Zen e il sorriso del filosofo*, prefazione e traduzione dall'inglese di Piero Verni, Sugarco Edizioni, Varese 1994.

Kandinsky Wassily, *Punkt und Linie zu Fläche*, traduzione di Melisenda Calasso, *Punto, linea, superficie*, Adelphi, Milano, tredicesima edizione, agosto 2011.

Kepes Gyorgy, *Il linguaggio della visione*, Chicago 1944, Bari, Dedalo 1951, in Quaroni Ludovico, *Progettare un edificio Otto lezioni di architettura*, a cura di Gabriella Esposito Quaroni, Edizioni Kappa, Roma 2001.

Kerez Christian, *Sul concetto di struttura in architettura*, in Domus 979, aprile 2014.

Klee Paul, *Teoria della forma e della figurazione*, Feltrinelli, sesta edizione, Milano 1984.

Kostro Ludwik, *Einstein e l'etere Relatività e teoria del campo unificato*, Edizioni Deda-

lo, Bari 2001.

Le Corbusier, *Verso una architettura*, Pierluigi Cerri e Pierluigi Nicolini (a cura di), Longanesi, IX edizione, Milano 2011.

Lucan Jacques, *No-Stop Building: l'orizzonte interno di un oggetto*, tradotto dal francese da Jacopo Pes, in Casabella n. 790, giugno 2010.

Lynch Kevin, *The Image of the City*, Massachusetts Institute of Technology and the President Fellows of Harvard College, 1960, tr. it. di Gian Carlo Guarda, *L'immagine della città*, Paolo Ceccarelli (a cura di), Marsilio Editori, tredicesima edizione, Venezia 2008.

Maillard Pierre, *Le Paysage Interieur*, 2007-2010 La naissance du Rolex Learning Center EPFL, Lausanne.

Martí Arís Carlos, *Silencios elocuentes*, trad. it. di Simona Pierini con la collaborazione di Annalisa Ponti, *Silenzi eloquenti. Borges, Mies van der Rohe, Ozu, Rothko, Oteiza*, Marinotti Edizioni, Simona Pierini (a cura di), Milano 2002.

Masiero Roberto, *Nulla di Meno*, in Casabella 815-816, luglio-agosto 2012.

Merleau – Ponty Maurice, *Il visibile e l'invisibile*, traduzione italiana di Andrea Bonomi, VI edizione Studi Bompiani, Milano, dicembre 2009.

Merleau – Ponty Maurice, *Fenomenologia della percezione*, traduzione italiana di Andrea Bonomi, V edizione Studi Bompiani, Milano, aprile 2012.

Mies van der Rohe Ludwig, *Mies van der Rohe: European works*, Architectural Monographs 11, St. Martin's press, Londra 1986.

Montagnana Francesco, *Le case del tè Gli spazi del vuoto e dell'inatteso*, Electa, Milano 2009.

Mostafavi Mohsen, *A conversation with Kazuyo Sejima and Ryue Nishizawa*, Tokyo - Autumn 2010, in El Croquis n. 155, SANAA 2008-2011.

Moussavi Farshid, *The function of form*, Actar/Harvard University Graduate School of Design, edito con Daniel López-Pérez e Garrick Ambrose, Ben Fortunato, Ryan Ludwig, Ahmadreza Schricker, 2009.

Nervi Pierluigi, *Costruire correttamente*, seconda edizione riveduta ed ampliata, Hoepli, Milano 2010.

Neumeyer Fritz, *Mies van der Rohe Le architetture, gli scritti*, Skira editore, Milano 1996.

Orsini Filippo, *Armonia giapponese*, in Casabella 815-816.

Pollione Vitruvio, *Architettura* (dai libri I-VII), Introduzione di Stefano Maggi

- Testo critico, traduzione e commento di Silvio Ferri - Testo latino a fronte, Quinta edizione BUR Rizzoli, Milano 2010.

Prampolini Massimo (a cura di), *Saggi di linguistica generale*, introduzione di Tullio De Mauro, Parma 1981.

Quaroni Ludovico, *Progettare un edificio Otto lezioni di architettura*, a cura di Gabriella Esposito Quaroni, Edizioni Kappa, Roma 2001.

Ries Julien, *Il mito e il suo significato*, Jaca Book, Milano 2005.

Ronchey Silvia, Braccini Tommaso, *Il romanzo di Costantinopoli Guida letteraria alla Roma d'Oriente*, Einaudi, Torino 2010.

Rosa Joseph, *KAHN*, Taschen, Germania 2007, edizione italiana a cura di Rossella Botti, distribuito da Inter Logos, Modena.

Saggio Antonino, *Louis Kahn. Bach dell'architettura*, in Domus n. 742, ottobre 1992.

Sasaki Mutsuro, *The future for architecture and structure*, in The Japan Architect (JA) n. 35, autumn 1999, Kazuyo Sejima 1987-99, Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa 1995-99.

Schulze Franz, *Mies van der Rohe/ una biografia di Franz Schulze*, Jaca Book, Milano 1989.

Sejima Kazuyo, *Explanation of the projects*, translated into English by Marika Neustupny, in The Japan Architect (JA) n. 35, autumn 1999, Kazuyo Sejima 1987-99, Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa 1995-99.

Senzaki Nyogen, Reys Paul, *101 Zen Stories*, 1957, tr. it. di Adriana Motti, *101 Storie Zen*, Adelphi, Milano 1973.

Steiner George, *Linguaggio e silenzio*, trad. it., Rizzoli, Milano 1972.

Steinmann Martin, *Téchne sul lavoro di Peter Zumthor*, in Domus n. 710, novembre 1989.

Taki Koji, *A Conversation with Kazuyo Sejima*, in El Croquis n. 77, Kazuyo Sejima 1988-1996.

Taki Koji, *Il ritratto dell'imperatore*, traduzione di Yosuke Taki, Edizioni Medusa, Milano 2005.

Tardits Manuel, *Tokyo Ritratto di una città*, Odoja, Bologna 2013.

Torroja Eduardo, *La concezione strutturale*, UTET, Torino 1966.

Vandenberg Maritz, *Farnsworth House: Ludwig Mies van der Rohe*, Phaidon, Londra 2003.

Viola Erasmo, *Teoria delle Strutture*, Volume primo, Prefazione, Pitagora editrice,

Bologna 2010.

Weilandt Agnes, Grohmann Manfred, Bollinger Klaus, Wagner Michael, *Construction of the Rolex Learning Center at EPFL, Lausanne*.

Yehuda Safran, *Mies van der Rohe*, Editorial Gustavo Gili, Barcellona 2001.

Zaera Alejandro, *A conversation with Kazuyo Sejima and Ryue Nishizawa*, in *El Croquis* 99, Kazuyo Sejima Ryue Nishizawa 1995-2000.

Zappa Alfredo, *Cemento, storia, metamorfosi recenti*, in *Casabella* n. 818, ottobre 2012.

Zevi Bruno, *Saper vedere l'architettura*, Piccola Biblioteca Einaudi, Torino 2009.

Zimmerman Claire, *Mies van der Rohe 1886-1969: la struttura dello spazio*, Taschen, Bologna 2007.

Zumthor Peter, *Corpo sonoro, Padiglione della Svizzera, Expo Hannover 2000*, in *Casabella* n. 681, settembre 2000.

Zumthor Peter, *Pensare architettura*, Mondadori Electa, Milano 2003.

Zumthor Peter, *La magia del reale*, in *Casabella* n. 747, settembre 2006, testo tratto dalla *Lectio Doctoralis* tenuta da Zumthor il 10 dicembre 2003 in occasione del conferimento della Laurea honoris causa in Architettura dall'Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura.

Zumthor Peter, *Atmosfere Ambienti architettonici. Le cose che ci circondano*, traduzione di Emilia Sala, Electa, seconda edizione, Milano 2012.

Fonti delle illustrazioni

CAPITOLO 1 - Più dello scheletro

- 1, 19. Bonaiti Maria, *LOUIS I. KAHN 1901-1974*, Electa, Milano 2012, pp. 119, 183.
- 2, 8. Torroja Eduardo, *La concezione strutturale*, UTET, Torino 1966, pp. 215, 87.
3. <http://arch.iit.edu/> - Sito ufficiale dell'IIT di Chicago.
- 5, 10, 15, 16, 17. Zevi Bruno, *Saper vedere l'architettura*, Piccola Biblioteca Einaudi, Torino 2009, pp. 63, 53, 79, 89, 87,
6. Espuelas Fernando, *Il Vuoto Riflessioni sullo spazio in architettura*, Barcellona 1999, Marinotti Edizioni, Milano 2004, p. 150.
7. Nervi Pierluigi, *Costruire correttamente*, Hoepli, Milano 2010, TAV XCV.
9. Le Corbusier, *Verso una architettura*, Pierluigi Cerri e Pierluigi Nicolini (a cura di), Longanesi, Milano 2011, p. 117.
11. Tocci Cesare, *Introduzione al Corso di Statica*, Università degli Studi di Roma La Sapienza, p. 27.
- 12, 14. Fotografie dell'autrice, Siviglia, agosto 2012.
13. Ronchey Silvia, Braccini Tommaso, *Il romanzo di Costantinopoli Guida letteraria alla Roma d'Oriente*, Einaudi, Torino 2010, p. 178.
18. Rosa Joseph, *KAHN*, Taschen, Germania 2007, Inter Logos, Modena, p. 74.
20. Yehuda Safran, *Mies van der Rohe*, Editorial Gustavo Gili, Barcellona 2001.
21. Zimmerman Claire, *Mies van der Rohe 1886-1969: la struttura dello spazio*, Taschen, Bologna 2007, p. 65.
22. Mies van der Rohe Ludwig, *Mies van der Rohe: European works*, Architectural Monographs 11, St. Martin's press, Londra 1986, p. 68.
23. Blaser Werner (a cura di) *Mies van der Rohe*, Zanichelli, Bologna 1991, p. 149.

24. Blaser Werner, *Mies van der Rohe*, Rizzoli, New York 1985.

25, 26. Casabella n. 681, settembre 2000, pp. 63, 66.

27. Casabella n. 648, settembre 1997, p. 60.

28, 29. Casabella n. 747, settembre 2006, pp. 66, 67.

CAPITOLO 2 - Il Disegno delle Tensioni

1, 2, 3. Torroja Eduardo, *La concezione strutturale*, UTET, Torino 1966, pp. 29, 377, 25.

4, 5, 6. Disegni dell'autrice.

7. Fotografia dell'autrice, dicembre 2013.

8. Zimmerman Claire, *Mies van der Rohe 1886-1969: la struttura dello spazio*, Taschen, Bologna 2007, p. 84.

9, 10. Nervi Pierluigi, *Costruire correttamente*, Hoepli, Milano 2010, TAV VII, TAV XVIII.

11. Foto del Laboratory and research facility for the Gips union in Bex, CH Vaud, 1968, di töffpix.

12. Casabella n. 753, marzo 2007, p. 31.

13, 14. Kandinsky Wassily, *Punkt und Linie zu Fläche*, traduzione di Melisenda Calasso, *Punto, linea, superficie*, Adelphi, Milano, tredicesima edizione, agosto 2011, p. 177, 175.

15, 16. Klee Paul, *Teoria della forma e della figurazione*, Feltrinelli, sesta edizione, Milano 1984, p. 32, 19.

17. Arnheim Rudolf, *Arte e percezione visiva*, Feltrinelli, venticinquesima edizione, Milano 2011, p. 366.

18. Zevi Bruno, *Saper vedere l'architettura*, Piccola Biblioteca Einaudi, Torino 2009, p. 87.

19. <http://www.ilpungolo.org/2011/12/08/terza-passeggiata-dialoghi-seicenteschi-lungo-via-del-quirinale/>

20. http://it.wikipedia.org/wiki/Santuario_dei_Quattordici_Santi.

CAPITOLO 3 - L'architettura di Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa SANAA

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Himorogi>.

2. http://www.japancoolture.com/it/il_santuario_di_ise_il_pi_importante_del_giappone.

3. http://en.wikipedia.org/wiki/Katsura_Imperial_Villa.

4, 5, 9, 10. Dal Co Francesco, *Tadao Ando*, volume 1 1969-1994, Electa, undicesima edizione, Milano 2008, pp. 59, 61, 186, 189.

6, 29, 67, 70. El Croquis n. 121-122, SANAA 1998-2004, pp. 280, 322, 43, 151.

7, 13, 14, 26, 27, 28, 30, 31, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 56, 61, 63,

- 64, 65, 68, 72. Hasegawa Yuko, *Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa SANAA*, Electa, seconda edizione, Milano 2011, pp. 200, 166, 169, 160, 172, 186, 230, 239, 37, 78, 61, 164, 168, 52, 49, 55, 47, 237, 231, 245, 173, 100, 108, 59, 65, 201, 107.
- 8, 32, 58, 59, 66. El Croquis n. 99, Kazuyo Sejima Ryue Nishizawa 1995-2000, pp. 217, 69, 105, 110, 171.
- 11, 12. Orsini Filippo, *Armonia giapponese*, in Casabella 815-816, pp. 96, 97.
- 15, 16. Crespi Giovanna, *Tra i ritagli di Tokyo – Satoshi Okada*, in Casabella 825, maggio 2013, pp. 52, 54.
- 17, 18. Montagnana Francesco, *Le case del tè Gli spazi del vuoto e dell'inatteso*, Electa, Milano 2009, pp. 103, 75.
- 19, 20, 21, 22. El Croquis n. 127, John Pawson 1995-2005, pp. 127, 129, 122.
23. <https://sensetheatmosphere.wordpress.com/2013/10/21/mark-rothko-no-37-red-a-visual-analysis-writing/>
24. http://en.wikipedia.org/wiki/No._61_%28Rust_and_Blue%29.
25. http://simple.wikipedia.org/wiki/Kazuyo_Sejima.
34. Casabella n. 757, luglio-agosto 2007, p. 27.
36. Fotografia dell'autrice, Losanna, settembre 2013.
- 37, 50, 51, 52, 55, 69 . El Croquis n. 77, Kazuyo Sejima 1988-1996, pp. 11, 54, 61, 63, 65, 83, 98
- 48, 49. <http://www.domusweb.it/it/architettura/2010/12/09/teshima-art-museum.html>.
- 53, 54, 57, 60. The Japan Architect (JA) n. 35, autumn 1999, Kazuyo Sejima 1987-99, Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa 1995-99, pp. 66, 64, 96, 103
62. El Croquis n. 60+84, Herzog&de Meuron 1981-2000, p. 327.
71. El Croquis n. 139, SANAA 2004-2008, p. 177.
- 73, 74. http://www.graphicstudio.usf.edu/GS/artists/kuitca_guillermo/kuitca.html.

CAPITOLO 4 - L'esperienza del Rolex Learning Center

Portfolio: Losanna, agosto-settembre 2013.

- 1, 2, 8. Fotografie di Tullio Fraiese D'Amato.
- 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11. Fotografie dell'autrice.

- 1, 2, 21, 25, 27, 28. Della Casa Francesco & Eugène, *Rolex Learning Center*, EPFL Press, first edition, Lausanne 2010, pp. 89-99, 178, 187, 183, 179
3. <https://www.google.it/maps/>
- 4, 5, 6. Maillard Pierre, *Le Paysage Interieur*, 2007-2010 La naissance du Rolex Learning Center EPFL, Lausanne.
- 7, 8. El Croquis n. 121-122, SANAA 1998-2004, pp. 151, 150.

- 9, 10. Disegni dell'autrice.
11. El Croquis n. 121-122, SANAA 1998-2004, p. 324.
- 12, 13. <http://www.domusweb.it/it/architettura/2010/12/09/teshima-art-museum.html>.
- 14, 15, 16. Disegni dell'autrice.
- 17, 19. AA.VV., *From Control to Design: Parametric / Algorithmic Architecture*, ACTAR, settembre 2008, pp. 70, 79.
18. <http://openbuildings.com/buildings/crematorium-in-kakamigahara-profile-45079>.
20. Casabella n. 790, giugno 2010, p. 11.
- 22, 23. Disegni dell'autrice.
- 24, 37. Grohmann Manfred, Bollinger Klaus, Weilandt Agnes, Wagner Michael, *Form finding of the shell structures of the ROLEX LEARNING CENTER in Lausanne*, atti del Convegno Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium 2009.
26. Fotografia dell'autrice, Losanna, settembre 2013.
29. El Croquis n. 155, SANAA 2008-2011, *Inorganic architecture*, p. 33.
- 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36. 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57. Disegni dell'autrice.



Carmela Frajese D'Amato si laurea nel 2010, con lode, in Architettura presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II con una tesi in Disegno dell'Architettura e della Città, relatore prof. arch. Riccardo Florio. Cultore della materia ICAR 17, svolge attività di ricerca nel settore delle discipline del Rilievo e della Rappresentazione del Dipartimento di Architettura di Napoli.

RSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

ERCA IN TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA E RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE

Università degli Studi di Napoli Federico II
Dipartimento di Architettura
Dottorato di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura
e Rilievo e Rappresentazione
dell'Architettura e dell'Ambiente ciclo XXVI

Coordinatore del Dottorato Mario Rosario Losasso
Coordinatore d'indirizzo Riccardo Florio

Collegio dei docenti

Paola Ascione	Valeria D'Ambrosio
Erminia Attaianese	Antonella di Luggo
Laura Bellia	Antonella Falotico
Mariangela Bellomo	Riccardo Florio
Jean François Cabestan	Dora Francese
Massimiliano Campi	Mario Losasso
Mara Capone	Francesco Maglioccola
Raffaele Catuogno	Alessandra Pagliano
Umberto Caturano	Antonio Passaro
Alessandro Claudi de St. Mihiel	Sergio Pone
Claudio Claudi de St. Mihiel	Marina Rigillo
	Sergio Russo Ermolli

DI NAPOLI FEDERICO II UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II UNIVERSITÀ D

DELL'ARCHITETTURA E DELL'AMBIENTE DOTTORATO DI RICERCA IN TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA E RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE DELL'ARCHITETTURA